

3D 都市モデルと Ray-casting を用いた 壁面日射量計算プログラムの開発

小島 壮介・根本 達也・ベンカテッシュ ラガワン

Solar Irradiation Estimation of Building Facades using 3D City Model and Ray-casting

Sosuke KOJIMA, Tatsuya NEMOTO and Venkatesh RAGHAVAN

大阪公立大学大学院理学研究科 Graduate School of Science, Osaka Metropolitan University,
3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-5858, Japan. E-mail: sg24134v@st.omu.ac.jp

キーワード：日射量, 3D 都市モデル, Perez model, Ray-casting

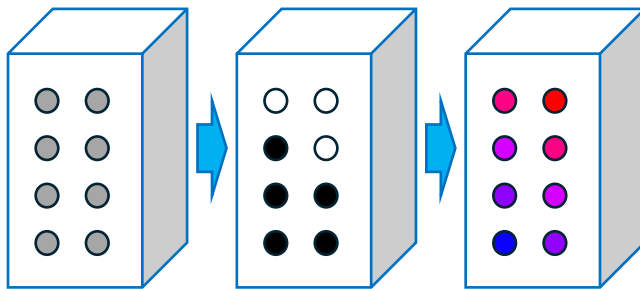
Key words: Solar irradiation, 3D city model, Perez model, Ray-casting

1. はじめに

近年日本では、再生可能エネルギーに関する取り組みとして、太陽光パネルの設置が一般にも普及してきた。現在多くのパネルが設置されているのは建物の屋根や屋上であるが、都市部における太陽光発電量を増やすために、建物壁面へのパネルの設置が考えられている(高橋ほか, 2023)。本研究では、壁面日射量に着目し、3D 都市モデル, Ray-casting と Perez model により成分分解された日射量を用いて、壁面日射量を計算するためのプログラムを開発した。3D 編集ソフト Blender を用いることにより、Ray-casting の処理を可視化した。また、夏至と冬至の積算推計日射量を計算し、NEDO 日射量データベースの値と比較することにより、壁面日射量の精度を評価した。

2. データと手法

建物データとして、PLATEAU の高精度な 3D 都市モデルを使用した。データ範囲は大阪市東淀川区の一部(約 35 m×約 85 m)である。日照を判定するために国立天文台の太陽の高度・方位データを用いた。また、日射量の計算のために NEDO 日射量データベースの水平面直達日射量と水平面全天日射量、計算結果の精度検証のために斜面日射量を用いた。



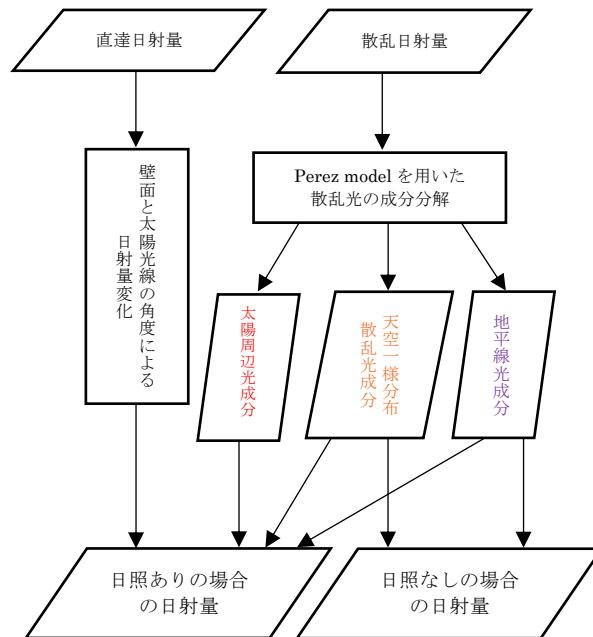
処理 1:
建物壁面に
格子点設定。
●: 格子点

処理 2:
Ray-casting による日照有無
の判定。
○: 日照あり ●: 日照なし

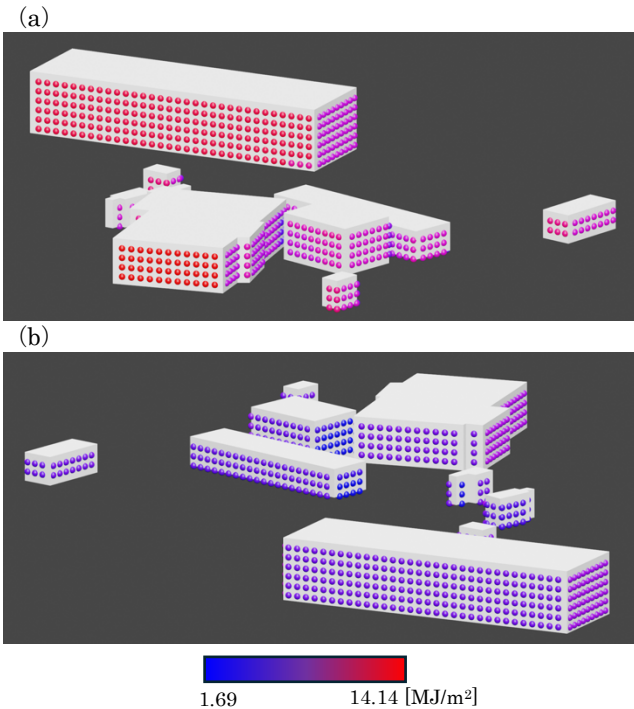
処理 3:
日射量計算。
計算した日射量
により格子点を
色分け

第 1 図 処理の概要図。

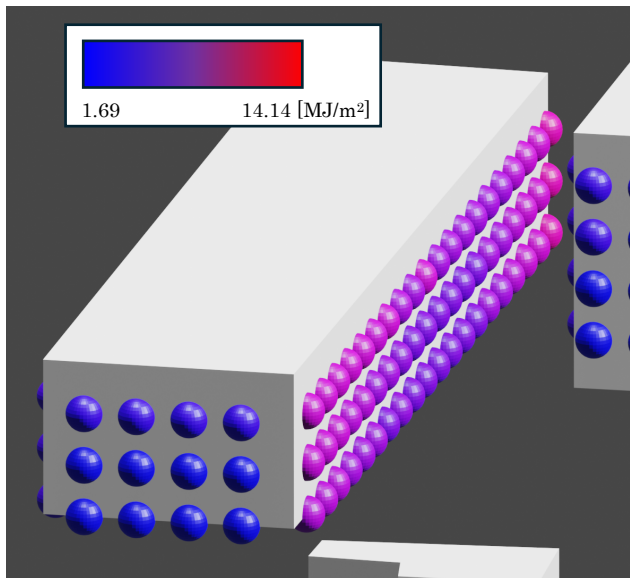
本研究では、壁面日射量を 3つの処理で計算する(第 1 図)。処理 1では、建物の壁面に対して日射量を計算する点を 1 m 間隔の格子状に設定する。処理 2では、ある点から発射された光線を追跡して一番手前の物体との衝突を検出する手法である Ray-casting を用いて、各格子点の日照の有無を判定する。処理 3では、Perez model (Perez *et al.*, 1987) を用いて、水平面散乱日射量を太陽周辺光成分, 天空一様分布散乱光成分, 地平線光成分に分解する。また、水平面直達日射量から壁面直達日射量を導出する。つぎに、処理 2で判定された格子点毎の日照の有無により、計算に加える日射量成分を場合分けし、各格子点の日射量を計算する(第 2 図)。



第 2 図 日射量の導出。



第3図 計算した日射量ごとに色分けして可視化した図。
(a) 南方向からの視点, (b) 北方向からの視点



第4図 日射量の段階的変化が見られた面。

3. 結果と考察

太陽高度が一年で一番低い日の冬至と、高い日の夏至における日射量を計算した。推計日射量は、各日の日の出から日の入りまでの1時間毎の日射量の和である。壁面の向きによる日射量変化、他の建物による影の影響、NEDO日射量データベースの値との比較の三点について、計算結果を評価する。

壁面格子点毎に算出した推計日射量を色分けして可視化した結果を第3図に示す。また、冬至と夏至における推計日射量とNEDOの日射量との比較を第1表に示す。第3図と第1表から、壁面の向きによって計算された推計日射量が異なっており、変化方向に矛盾が生じていないことがわかる。第4図から、同一壁面内の日射量が段階的に変化してい

第1表 一日における推計日射量とNEDO値の比較。

(a) 冬至 (b) 夏至

(a)

壁面方位角	推計日射量 [MJ/m ²]	NEDO値 [MJ/m ²]
北東向き 27°	2.67	2.72
南東向き 130°	8.17	12.77
南西向き 198°	14.14	13.73
北西向き 290°	4.43	3.98

(b)

壁面方位角	推計日射量 [MJ/m ²]	NEDO値 [MJ/m ²]
北東向き 27°	2.40	6.07
南東向き 130°	4.18	6.90
南西向き 198°	5.54	8.65
北西向き 290°	13.18	12.10

ることが見られたため、Ray-castingを用いたことによる格子点毎の日照情報の取得は、正確に動作したと考えられる。NEDOによる日射量値と比較した結果、太陽が低高度の場合(冬至)は、南東向き壁面の場合を除き、1~10%程度の精度で計算され、太陽が高高度の場合(夏至)は、日射量が過小に計算された。

4. おわりに

本研究では、壁面日射量を計算するためのプログラムを開発した。計算結果を検証した結果、太陽が低高度の場合は、南東向き壁面の場合を除き、10%程度の精度で計算された。太陽が高高度の場合は、日射量が過小に計算された。また、壁面日射量の段階的変化が見られた。これらにより、本研究で開発したプログラムは、太陽が低高度の場合、他の建物による影の影響を反映し、壁面日射量を有効に計算できていることがわかった。太陽が高高度の場合、他の建物による影の影響を反映できているが、壁面日射量が小さく計算されているため、計算手法の改善が必要である。

本研究で開発した計算プログラムの太陽高高度の場合における精度の向上、Ray-tracingを用いた反射光の反映などが今後の課題である。雲の条件の反映についても今後検討したい。

文 献

Perez, R., Seals, R., Ineichen, P., Stewart, R. and Menicucci, D. (1987) A new simplified version of the Perez diffuse irradiance model for tilted surfaces. *Solar Energy*, vol.39(3), pp.221-232.
 高橋元気・竹本孝・松岡龍治・稲澤智昭・十河伸一郎 (2023) 3次元都市モデルを用いた都市部の建物の屋根面・壁面の日射量の推定. 写真測量とリモートセンシング, vol.62, no.2, pp.73-78.