

建築CADと3DCGの応用による屋外熱環境の評価に関する 基礎的研究

飯野 秋成 *, 田中 恵子 **

(平成11年10月31日 受理)

An application of architectural CAD and 3DCG software for estimation
of outdoor thermal environment

Akinaru IINO * and Keiko TANAKA **

We proposed a method to measure the distribution of long wave radiation in outdoor space using thermal images obtained by thermal camera and the data of architectural CAD and 3DCG. First, thermal images and CAD data were linked by registration process by generating spherical images of outdoor space using the function of 'panoramic photo generator' and 'fisheye lens photo generator'. And the surfaces of outdoor parts that could not be seen from thermal camera could also be estimated using the function of 'a pinpoint light source'.

Keywords: architectural CAD, 3DCG, infrared thermography, mean radiant temperature, outdoor space

1. はじめに

近年の建築CADや3DCGの発達により、環境評価を行う上で有用と考えられる処理機能が搭載されるようになりつつある。例えば、パノラマ表示機能と魚眼レンズ表示機能などは屋外空間の長波長放射場を扱う上で重要な周辺のすべての地物の位置関係や形態係数分布などの3次元情報を提供する可能性をもっている。このとき、長波長放射量の空間的変動に着目すると、例えば浅野ら¹⁾による全球熱画像収録システムの開発例などがあるが、特殊なハードの利用やアルゴリズムの複雑さなどから、一般への普及が難しい面があった。

本研究では、周囲建物の表面放射温度を通常の赤外線放射カメラで測定した熱画像と建築CADおよび3DCGを用いて作成した全球表示画像を用いて、屋外空間の長波長放射場を表現する手法の検討を行う。さらに、赤外線放射カメラを用いた測定点以外も含めてMRTの空間分布の算出への可能性を検討する。具体的には、1) 2次元の画像処理による熱画像とCADデータとの関係方法と精度検証、2) 通常の赤外線放射カメラを用いた周囲建物の表面放射温度の測定を行う場合のポイントの絞り込み方法、の2点である。

* 建築学科 助教授

** 株式会社 山下設計

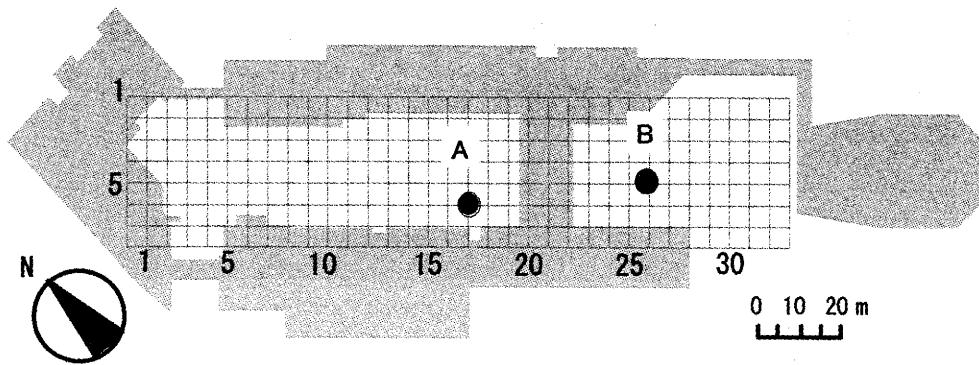


Fig.1 Study area ('Common space' in Niigata Institute of Technology which was located in Kashiwazaki-shi, Niigata, Japan).

2. 熱画像と3次元情報の全球表示画像との関係によるMRTの算出

Fig.1に示す中庭空間を例として、MRTの算出を試みた。熱画像の収録は1998年12月18日(快晴、周囲の外気温は8.5℃)、通常の液体窒素による冷却方式の赤外線放射カメラ(以下、カメラ)を用い、中庭のある1点にカメラを設置して、周辺地物の熱画像を計測した。計測できない直下の地表面については周辺の地表面の放射温度の平均を、また天空部分

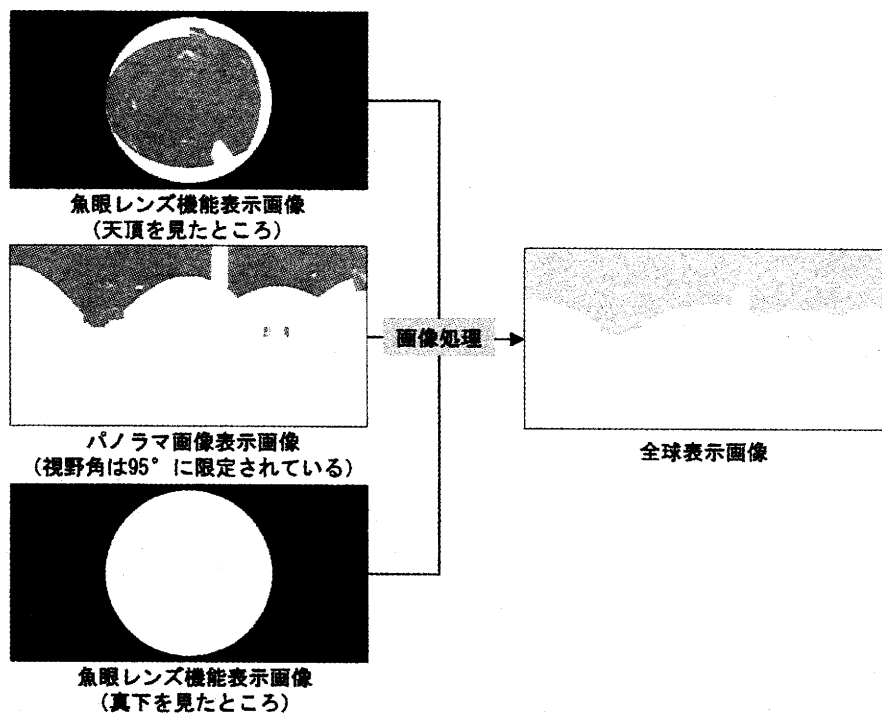
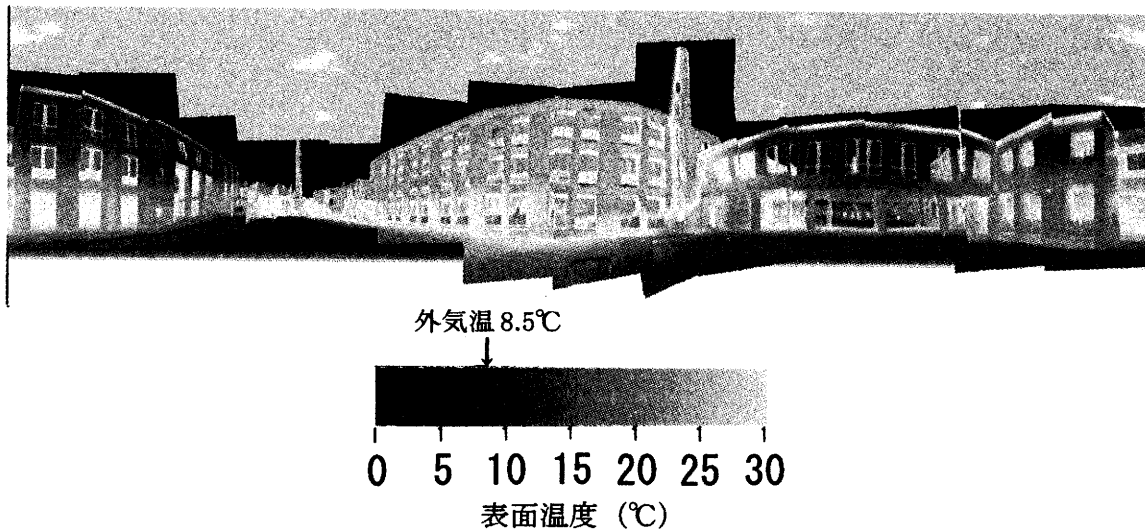


Fig.2 Flowchart for constructing spherical image from architectural CAD and 3DCG software.

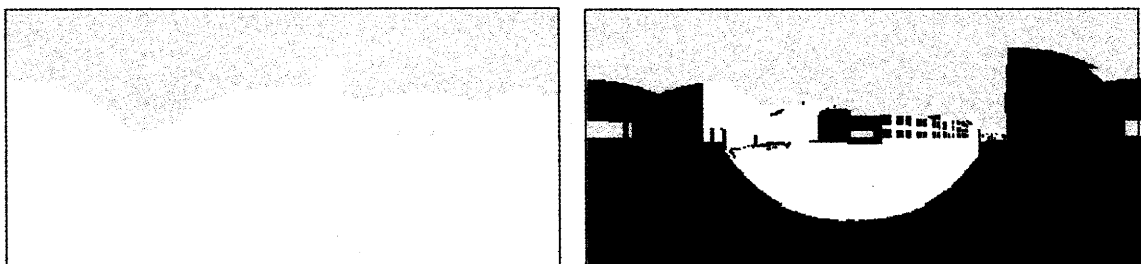


Dec.18, 1998 with clear sky. Air temperature was 8.5°C.

Fig.3 Thermal images fitted on a spherical image produced with 3DCG software.

からの大気放射については気象要素を用いてプラント・フィリップス式から与えることにより、全球の放射温度分布の情報を得た。

3DCGの「パノラマ表示機能」、「魚眼レンズ機能」を用いると、3次元情報をもつ全球表示画像の作成が可能となる (Fig.2)。この全球表示画像と熱画像との関係は、幾何補正によって行える。Fig.3は幾何補正を試みた結果である。建物近傍で測定した場合には熱画像の歪みの影響が増大するため残差が数ピクセルにもおよぶことがあったものの、この方法によって測定点における周辺地物からの長波長放射量の算出は可能であることが確認された。さらに、MRTを算出する際の人体モデルとして、中村ら²⁾によって提案されている、微小立方体の各面に入射する放射量に人体相当の重み付けを行う方法を採用してMRTを算出した結果は18.2°Cであった。このように、周辺地物からの放射の影響が無視できないことがわかる。



(a) A view from point A

(b) A view from point B*

* White parts shows lightened parts by 'pinpoint light source' on point A.

Fig.4 Examples of spherical images in case a camera was settled at point A.

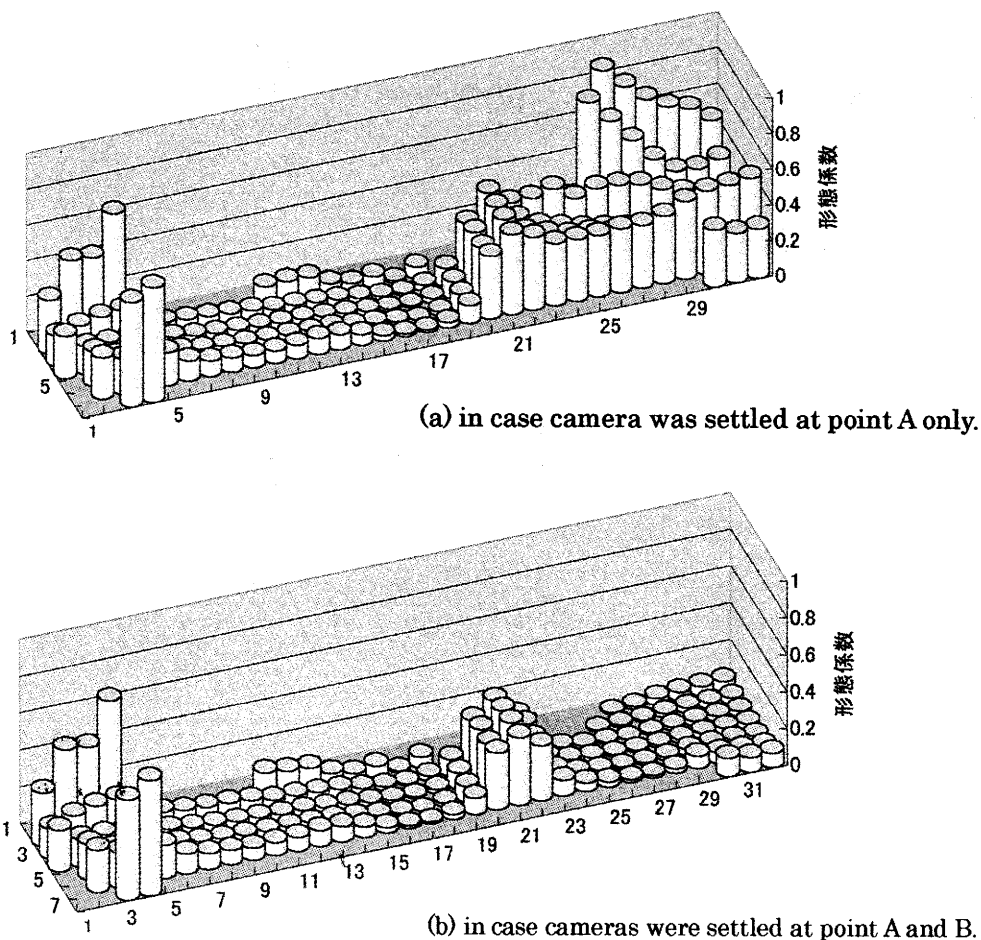


Fig.5 View factor distributions of the outdoor parts of which radiant temperature could not be measured.

3. 赤外線放射カメラを用いた測定点以外のMRT算出への可能性の検討

前述の方法を応用し、中庭空間のMRTの空間分布を算出することを試みる。このとき、1)測定点1点からのパノラマ熱画像作成のために数十枚の熱画像の収録が必要となり、その間の温度変化が無視できなくなる危険があること、また、2)測定点以外の点におけるMRTの算出のためには、カメラの設置位置からは死角となる周辺地物の人体モデルに対する形態係数を最小限に抑える必要があること、などから、台数の限定されたカメラで効率よく測定ポイントを絞り込む方法が求められる。

ここで、あらかじめ3 DCGの「点光源設定機能」を用いると、例えばカメラと同じ視点

に点光源を設定して任意の位置からみた全球表示画像を作成することにより、陰影の表示されている地物、すなわち放射温度の不明な部位を予測することができる (Fig.4). すなわち、この方法を用いてカメラの設置位置を工夫することにより、効率的な測定計画を立てることができると考えられる。

Fig.1の測定点Aにカメラを設定し、放射温度が不明な部位の出現率 (人体に対する形態係数) を算出した結果が Fig.5(a)である。これをもとに Fig.1の測定点Bにもカメラを設置した場合が Fig.5(b)である。このように3DCGを用いて試行錯誤的にカメラの設置する場所を絞り込めることから、少ない箇所で効率良く測定を行うための基礎資料を提示できる。

4. まとめ

本研究により、以下の知見を得た。

- 1) 建築CADと3DCGを用いて3次元情報をもつ全球表示画像を作成し、2次元画像にすることにより熱画像との関係を簡易に行うことが可能となった。
- 2) 3DCGの点光源設定機能を用いると赤外線放射カメラの設置場所を絞り込むのに有効であることを確認した。

今後の課題としては、MRTの空間分布算出の際に放射温度の不明な部位を補完する方法の開発、あるいは建物の部位ごとにCADデータと熱画像とを自動マッチングさせる方法の開発などがある。

本研究は平成10年度文部省科学研究費奨励研究 (A) (課題番号10750443, 代表飯野秋成) の補助を受けたものであることを付記する。

引用文献

- 1) 浅野耕一他: 建築外部空間における熱環境解析のための3次元熱画像の作成方法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第508号, pp.35-41, 1998年
- 2) 中村泰人他: 建築都市空間内の人体に対する熱放射場の表現方法について, 日本建築学会計画系論文報告集, 第376号, pp.29-35, 1987年