

航空機搭載型センサによる都市熱環境調査 Research on Urban Heat Environment with Airborne Sensors

測図部 柴田光博・小井土 今朝己・田中宏明

Topographic Department Mitsuhiro SHIBATA, Kesami KOIDO and Hiroaki TANAKA

国土交通省大臣官房 大木章一

Ministry of Land, Infrastructure and Transport Minister's Secretariat
Shoichi OKI

要 旨

ヒートアイランド対策の立案のための基礎資料とするために、JR 新宿駅を中心とした新宿地区及び八王子市長沼公園を中心とした八王子地区について、航空レーザスキャナ及びデジタル航空カメラによるデータ取得を行い、DSM(Digital Surface Model)及びデジタル空中写真画像を取得した。新宿地区については精密正射写真図、三次元都市空間モデル及び緑被分布図を作成した。

また、新宿地区及び汐留から品川を含む臨海地区について航空機搭載型マルチスペクトルスキャナ（以下、「航空機 MSS」という。）によるデータ取得を行い、放射温度分布図を作成した。さらに新宿地区については温度分布の三次元表現を試み、臨海地区については航空機 MSS データからの緑被分布図を作成した。

1. はじめに

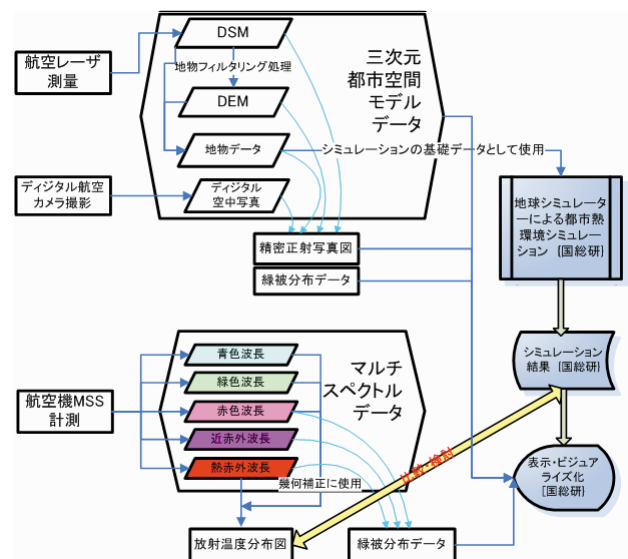
ヒートアイランド現象は、気温上昇の要因となる地表面被覆と人工排熱、地形・気象条件等が相互に影響しあう等、そのメカニズムは複雑で未解明な部分が多く、科学的知見が十分に得られていない。そのため、有効な対策も十分に取られていないのが現状である。

このような状況を踏まえ、国土交通省では総合技術開発プロジェクトとして平成 16 年度から 3 ヶ年計画で共同研究を進めており、今後のヒートアイランド対策が効果的に実施できるように、その科学的裏付けとなる現象解明と対策の定量的評価手法等の開発を行ってきている。

このプロジェクトの中で国土地理院の役割として、都市の熱環境シミュレーションの基礎データとして使用するための詳細な三次元都市空間モデルデータを作成する必要があるため、航空レーザ測量とデジタル航空カメラ撮影により取得したデータから三次元都市空間モデルデータ及び緑被分布データを作成した。そして、このデータを使用して、本総プロの共同研究者である独立行政法人建築研究所が世界最高速レベルのコンピュータである地球シミュレータ（独立行政法人海洋研究開発機構所有）での都

市熱環境シミュレーションを行った。

また、この都市の熱環境シミュレーションの結果との比較・検討を行うためのデータとして、航空機 MSS による都市部広域熱環境の実地計測を行い、温度分布図及び緑被分布データを作成した（図－1）。

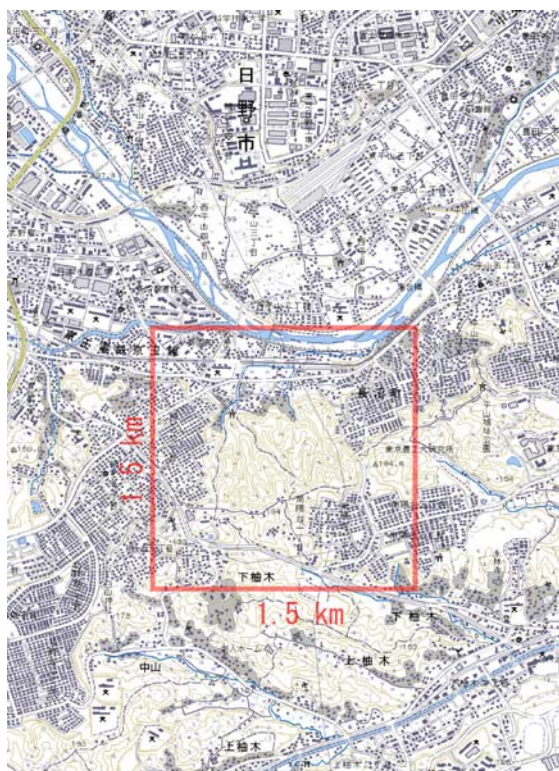


図－1 作業のフローチャート

2. 研究概要

2. 1 データフュージョンによる都市空間モデルの作成

調査対象地区は、低・中・高層建物、複雑な形状の建物及び公園緑地をバランスよく含む新宿地区（図－2）及び高低差のある地形を含む八王子地区（図－3）を選定し、航空レーザ測量とデジタル航空カメラ撮影を行った。データ取得に使用した機器を表－1に示す。

図－2 新宿地区計測範囲 (25km²)図－3 八王子地区計測範囲 (2.25km²)

表－1 使用した機器

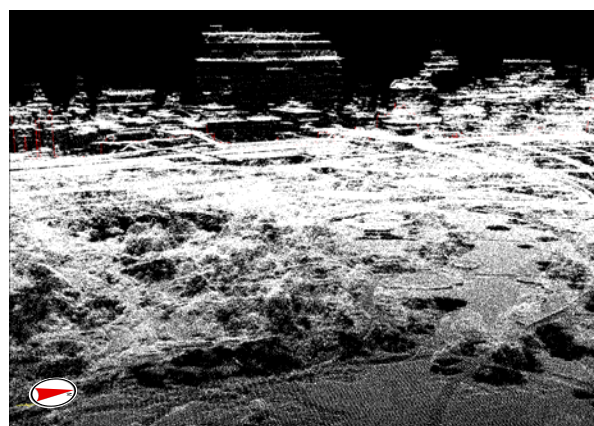
	機 種 及 び 機 能
航空機	機 体 : Cessna208 (Caravan) エンジン : P&WTC PT6A-114 (ターボプロップ)
航空レーザ測量	機種名 : RAMS システム (EnerQuest 社製) 使用レーザ : 近赤外線 (波長 1.064 μm) レーザ規格 : Class4 Laser Product モニター : 4096×4096 カラーデジタルカメラ
デジタルカメラ撮影	機種名 : DMC システム (Intergraph 社製) モニター : 13824×7680 カラーデジタルカメラ 観測波長帯 : RGB+IR (赤外)

2. 1. 1 航空レーザ測量

新宿地区の航空レーザ測量は高層ビル等の影響によるデータ取得漏れ（以下、「オクルージョン」という。）を防ぐため、平成 16 年 12 月 27 日、南北方向コース、平成 17 年 1 月 7 日、東西方向コースについて重複計測を行った。八王子地区の航空レーザ測量は平成 17 年 1 月 9 日に実施した。航空レーザ測量は両地区とも、概ね 50cm 四方に 1 点程度の密度になるようにデータ取得を行った。航空レーザ測量の詳しい計測条件を表－2 に示す。

表－2 航空レーザ測量計測の計測条件

地区名 項 目	新宿地区	八王子地区
対 地 高 度	7000.0ft (2133.6)m	6500.0ft (1981.2)m
海 拔 高 度	7164.0ft (2183.6)m	6959.3ft (2121.2)m
対 地 速 度	110kt	110kt
コース数	43 本	8 本
サイドラップ	52.30%	54.20%
パルスレート	50000Hz	45000Hz
スキャン角	14° (±7°)	16° (±8°)
スキャン回数	47.0Hz	38.0Hz
ビーム径	0.33 ミリラジアン	0.33 ミリラジアン
パルスモード	1～4パルス	1～4パルス
アロングトラック方向 平均計測密度	1.2m	1.5m
クロストラック方向 平均計測密度	1.5m	1.5m
コ ー ス 間 隔	250m	
取 得 幅	約 520m	
点群データ間隔	0.5m×0.5m に1点	



図－4 新宿地区の DSM

計測した航空レーザ測量データからノイズ除去を行い、50cm メッシュの DSM を作成した（図－4：新

宿地区の DSM をプロットしたもので、東方向から新宿御苑を通して JR 新宿駅方向を見た図)。

駅東口周辺のパンシャープン画像)。

表－3 デジタル航空カメラ撮影条件

計測諸元	
計測高度	約 960m
飛行速度	110kt
コース間隔	270m
取得幅	1327m(撮影幅)×737m(進行方向)
画素数	1億617万画素
サイドラップ	80%
オーバーラップ	80%
地上解像度	約 9.6cm

2. 1. 2 デジタル航空カメラ撮影

Intergraph 社製のデジタル航空カメラ DMC システムを使用して、新宿地区は平成 16 年 11 月 27 日、八王子地区は平成 17 年 1 月 11 日に空中写真撮影を行い、パンクロマチック、B, G, R, IR の画像データを取得した。なお、両地区ともオクルージョンを防ぐために、オーバーラップ及びサイドラップが 80% になるように撮影を行った。

表－3 にデジタル航空カメラ撮影条件を示す(図－5:デジタル航空カメラで撮影した JR 新宿



図－5 新宿地区デジタル航空カメラ画像

2. 1. 3 地物モデルデータ作成

ノイズ除去を行って作成した 50cm メッシュの DSM に対して地物フィルタリング処理を行い、同じく 50cm メッシュの DEM (Digital Elevation Model) を作成した。ノイズ除去処理及び地物フィルタリング

処理後には目視による点検を行い、必要に応じて手作業による修正を加えた。こうして作成した DSM データと DEM データの差分を取ることで、50cm メッシュの地物モデルを抽出した(図－6)。

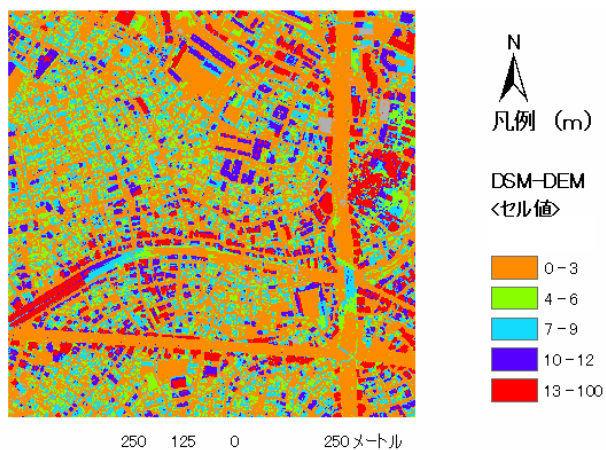


図-6 DSM-DEM 差分画像

2. 1. 4 精密正射写真図の作成

精密正射写真図を作成するにあたり、高さ7m未満の地物に対しては、中心投影による像の倒れ込みがほとんど認められないので、これらに関しては別途デジタル図化機(Intergraph社製 Imagestation)で作成する簡易オルソ画像で対応し、像の倒れ込みを正射投影に変換する作業は、高さ7m以上の地物(3階建て以上の建物に相当)についてのみ行うこととした。

まず、作成した地物モデルに対して、高さ7m以上の地物の自動抽出を行い、地物ポリゴンを作成した。

さらに細かいノイズや樹木等を除去するために、85m²未満の小規模ポリゴンを除去する工程を加えたものが図-7で、これに簡易オルソフォト画像を重ね合わせたものが図-8である。

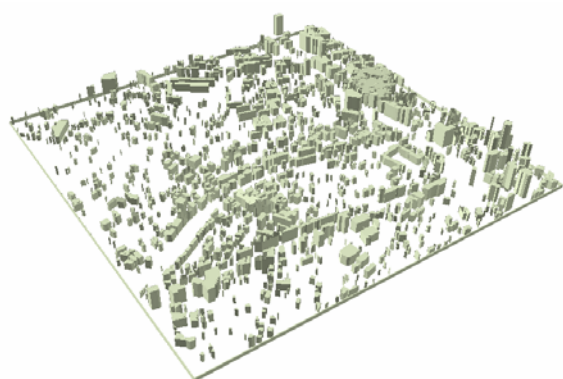
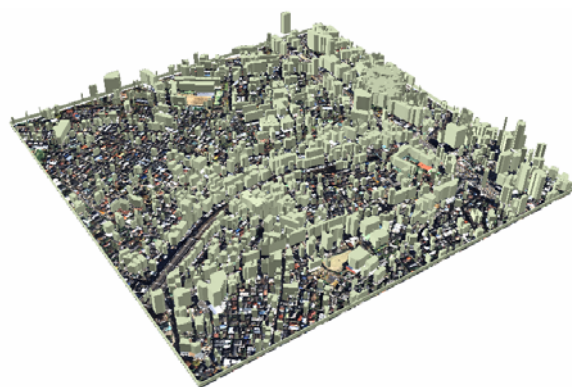
図-7 地物ポリゴン
(高さを水平方向の2倍に強調)

図-8 地物ポリゴンに簡易オルソ画像を重ね合わせたもの(高さを水平方向の2倍に強調)

次に地物ポリゴンから横断面の平面形状ポリゴンの自動抽出を行った。自動抽出結果には不必要な凹凸が多数見られるため、必要な形状を残しつつデータ量を低減させるための線分の平滑化処理を施している(図-9)。緑色のポリゴン境界はDSM-DEM差分画像から抽出した境界線で、赤色の線はその境界線に平滑化処理を施したものである。



図-9 地物ポリゴンの抽出結果

こうして作成したDSM及び建物平面形状ポリゴン、簡易オルソ画像、デジタル航空カメラ画像を使用して、デジタル図化機(Intergraph社製 Imagestation)により精密正射写真図を作成した(図-10)。