

自動車排熱削減による ヒートアイランド現象緩和の研究

永山雅之 井原智彦 相田洋志
吉田好邦 松橋隆治 (東京大学)
村瀬俊和 三木勝夫 (三木コーティングデザイン事務所)
長尾五郎 木下正勝 (日本ペイント)

研究概要

ヒートアイランド現象の原因のうち、人工排熱に着目

既往の研究



自動車に適用

研究テーマ

自動車ボディの反射率増大にともなう自動車排熱削減による
ヒートアイランド現象緩和効果の検証

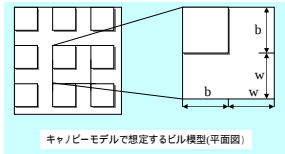
都市を走る全自動車が高反射率(濃緑)の場合と高反射率(白)の
場合でシミュレーションを行い、緩和効果の規模を検証

シミュレーションプログラム

1次元都市キャノピーモデル

ビルの密集した局所的な街区の
熱環境を把握するためのモデル

建物の配置・構造
建造物の壁面の材質
人工排熱源の位置
より大きいスケールの気象条件



などを考慮

問題点

既存のプログラムでは自動車の影響を簡略化

- ・時刻別自動車排熱
- ・自動車の存在を考慮した時刻別道路反射率

を考慮したプログラムへの改良とデータ収集が必要

自動車データの算出方法

時刻別道路反射率

道路反射率 = 道路上を自動車が占める面積とそれ以外の道路面積
でそれぞれの反射率を加重平均した値

自動車が占める面積

$$= \text{時刻別交通密度(台/km)} \times \text{街区道路長(km)} \times \text{自動車面積(m}^2\text{/台)}$$

時刻別自動車排熱

時刻別自動車排熱

$$= \text{時刻別交通密度(台/km)} \times \text{街区道路長(km)} \times \text{1時間当たり自動車排熱量(kW/台)}$$

時刻別交通密度と1時間当たり自動車排熱量のデータが
必要となる

交通密度の算出

以下の2式により算出する

$$\begin{cases} Q = K_{jam} V \exp(-K_{jam} V / e Q_{max}) \\ Q = KV \end{cases}$$

Q : 交通量(台/h)
 K : 交通密度(台/km)
 V : 速度(km/h)
 K_{jam} : 最大交通密度(台/km)
 Q_{max} : 最大交通量(台/h)

Q_{max} は道路条件により、 K_{jam} は道路交通センサにより算出

道路交通センサ等により、求めた時刻別交通量をもとに
上記2式から時刻別交通密度を得る

ヒートアイランド現象緩和効果検証の流れ

自動車熱負荷モデルの妥当性検証

冬期実験データとの整合性検証

夏の自動車熱負荷シミュレーション

夏の気象データを用いて、自動車排熱量等を算出

夏のヒートアイランド緩和効果シミュレーション

得られたデータをもとに緩和効果を検証

*自動車熱負荷計算モデル

- ・建築熱負荷計算モデルを、自動車に応用したもの
- ・自動車の外部環境等から、除去熱量等を算出可能

実験1 ～自動車排熱量の算出～

自動車排熱量を実験により求める

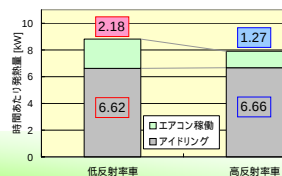
実験1

- 高反射率車と低反射率車の自動車を日当たり良好な場所にアイドリング状態でおく(画像参照)
- 23～27℃を保つようにエアコンを調整
- 双方の燃料消費量を計測



	ボディカラー	日射反射率 [%]
低反射率車	ダークグリーン 6P2-A/B	6.43
高反射率車	ホワイト 040-A/B	73.69

*日射反射率: 350-2100(nm)の全波長反射率を日射分光強度で加重平均した値



実験2 ～速度別の自動車排熱量～

実験2

- 黒の自動車を路上で走行させ、速度ごとの燃料消費量を計測
- 23～27℃を保つようにエアコンを調整

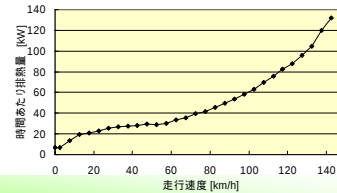


図 自動車の速度別排熱量

シミュレーション1 ～自動車排熱量の算定～

分析街区における自動車の時刻別排熱量を自動車熱負荷計算モデルを用いてシミュレーション

シミュレーションケース

- 低反射率車
- 高反射率車の時刻別排熱量

シミュレーション期間

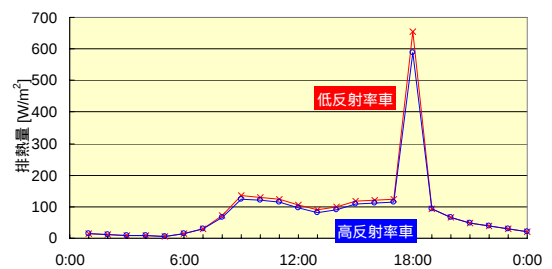
- 夏の晴天日(2002年7月28日～8月14日)

分析対象街区

- 大手町中心部

シミュレーション結果1

街区の自動車排熱の変化(計算結果)



1台あたり排熱量に交通密度を乗算すると街区排熱となる。反射率向上により、最大70[W/m²]の排熱が削減される。

シミュレーション2 ～反射率の違いによる気温差の算出～

シミュレーション1で得られた結果をもとに、ヒートアイランド緩和効果を検証する

シミュレーションケース

- 街区を走る車が全て低反射率車の場合
- 街区を走る車が全て高反射率車の場合

シミュレーション期間

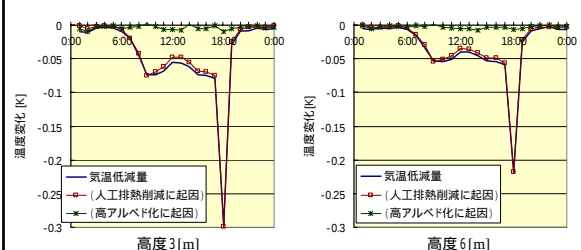
- 夏の晴天日(2002年7月28日～8月14日)

分析対象街区

- 大手町中心部

シミュレーション結果2

気温低減効果



大手町では高度3[m]で最大0.3[K]の気温低減効果があることが判明。低減効果のうち、人工排熱削減の寄与が大きい。

結論

- 車体を高アルベド化することで、大手町中心部では地上3mで最大0.30[K]、地上6mで最大0.22[K]の気温差が生じることがわかった
- 低減される気温差のうち、
 - 高アルベド化の寄与はほとんどない
 - 人工排熱量削減の寄与が非常に大きかった
- ヒートアイランド現象緩和策の一つとしての位置付け
- 高アルベド化により、省エネ効果、温暖化ガス削減にもつながる