

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月7日現在

機関番号：11301
 研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2009～2011
 課題番号：21360274
 研究課題名（和文） 地域特性に適合する環境効率の高い市街地形態の研究
 —屋外気候制御の基礎理論の構築—
 研究課題名（英文） Study on Environmentally Efficient Urban Form Adapted
 to the Regional Characteristics
 研究代表者 持田 灯 (MOCHIDA AKASHI)
 東北大学・大学院工学研究科・教授
 研究者番号：00183658

研究成果の概要（和文）：立地条件の異なる都市（仙台、長野、中国の広州、武漢）において実測調査を行い、各都市の気候特性を把握するとともに、温冷感に影響を及ぼす主要な要因を抽出した。この結果をもとに、市街地形態の変更による風通しの改善や日射制御の影響を定量的に評価し、都市の気候特性に適合した環境効率の高い市街地環境の計画手法を検討した。

研究成果の概要（英文）：The climatic characteristics at different locations (Sendai, Nagano, Guangzhou and Wuhan) and the main influential factors contributing greatly to outdoor thermal comfort of each location were clarified by conducting field measurements. Next, the effects of urban forms on urban ventilation and sun-shading were quantitatively assessed by the climatic analysis using CFD. Based on these results, the method for climatically adapted urban planning with high environmental efficiency was proposed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	6,700,000	2,010,000	8,710,000
2010年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2011年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
年度			
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築環境・設備

キーワード：地球・都市環境、気候特性、都市空間の換気・通風、日射制御

1. 研究開始当初の背景

周知のように都市温暖化は地球温暖化の数倍のスピードで進行し、都市の換気・通風性能の向上、都市緑化、日射反射率の高い塗料の利用等による都市表面温度の低減、人工排熱の削減等の様々な対策が提案されている。これらの対策の効果は、着目する市街地の立地条件により異なるはずであるが、従来、首都圏や近畿圏等の限られた条件下で検討された対策が、条件の異なる他の都市に無批判に展開される傾向にあり、様々な都市温暖化対策技術を地域の気候や都市構造の特性に応じて適切利用するための論理構築が必要な状況にあった。

2. 研究の目的

①各地域の気候特性（風速や日射量の大小等）から市街地の立地条件を整理し、②市街地形態に対する要求条件が相反する日射制御と、風通し向上という2つの要請に対して、

地域特性への適合性という観点から検討を加え、③環境効率の高い市街地環境計画のための最適な手法を明らかにする。

3. 研究の方法

①立地条件の異なる都市（仙台、長野、中国の広州、武漢）において屋外温熱環境実測調査を行い、各都市の気候特性を把握するとともに、屋外における温冷感に影響を及ぼす主要な要因を抽出する。②次に、市街地形態の変更による風通しの改善や日射制御の影響を気候数値解析により定量的に評価し、③さらに、緑化や高反射面の効果等も考慮し、都市の気候特性に適合した温熱環境改善のための方策を検討した。

4. 研究成果**4.1 各都市の気候特性の把握****(1) 仙台を対象とした長期温熱環境実測**

2012年8月8日～9月22日の45日間、仙台市内の計11か所に温湿度計を設置して長期

計測を行った。実測の測定期間の中で、仙台の夏季卓越風である南東風(海風)が主風向となっている結果の一例を図1に示す。各測定点の気温上昇が緩やかになる時刻を確認すると、測定点E及び測定点Kが10時頃、測定点Aが12時頃となっている。海岸線からの距離は測定点E、測定点Kがともに7.2kmであるのに対して、測定点Aが14.4kmと長く、気温変化の傾向の差は海岸線からの距離から説明され、沿岸都市仙台では、海風の到達が気温上昇の抑制に大きく影響していることが確認された。

(2) 夏季晴天日における内陸都市と沿岸都市の大気部熱収支構造の比較(文7) 各季節における気温が仙台と同程度である内陸の地方都市・長野市を取り上げ、都市空間の熱収支分析を行った。解析対象は、信越地方の高田(沿岸部)、信濃町(中山間部)、長野(内陸(沿岸部)、東二番丁(中心部)、根白石(内陸部)とし、それぞれの地域で仮想閉空間(以降C.V.と表記)を設定し、各地域の熱収支構造の比較を行った。

信越地方の各C.V.の顕熱収支構造(図2(1))をみると、午前中は沿岸部の高田の移流による顕熱収支量の絶対値が長野より大きいため、高田の全顕熱収支が正值から負値に転じる時刻は長野市よりも早い11時となる。一方、内陸部の長野中心部では午前中の移流による流出が少ないため、沿岸部の高田より約2時間遅れ、13時頃に全顕熱収支が負値に転じ、気温上昇が停止する。

次に、信越地方と仙台市における6C.V.の比較を行う(図2(1),(2))。信越地方と仙台市の6つのC.V.の中で、最も海に近い仙台市の荒井では海風の効果を表す移流による流出が最も大きい。また、仙台市の3C.V.では海岸からの直線距離が遠くなるほど移流による流出が少なくなるのに対し、信越地方では沿岸部の海風と内陸部の谷風による広域局地風の影響で内陸部の長野においても移流による大きな流出が発生している。

以上より、内陸都市長野では沿岸都市には見られない独特の風系が形成されており、夜間の山風及び日中の広域局地風を市街地内に効率よく取り入れることで暑熱環境の緩和効果が期待できるという結論を得た。

4.2 人間の温冷感や快適感に影響を与える要因の分析

(1) 武漢における温熱環境実測とアンケート

2011年6月～8月に、中国の内陸都市武漢において風・温熱環境の実測と温冷感に関する被験者アンケートを行った(図3)。被験者(のべ386人)は、屋外のオープンスペースもしくはピロティ空間に20分間滞在したのち、温冷感・快適感に関するアンケートに回答した。なお、温冷感(Thermal Sensation Vote(TSV))については-3～3の7段階、快適感(Thermal Comfort Vote(TCV))については0～3の4段階で数値化した選択肢を設けた。図4より、温冷感の項目で、「暑い」(1.5<

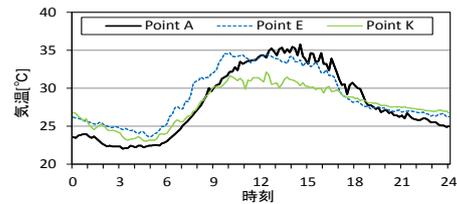


図1 8月13日の仙台市内の気温の経時変化(10分平均値)

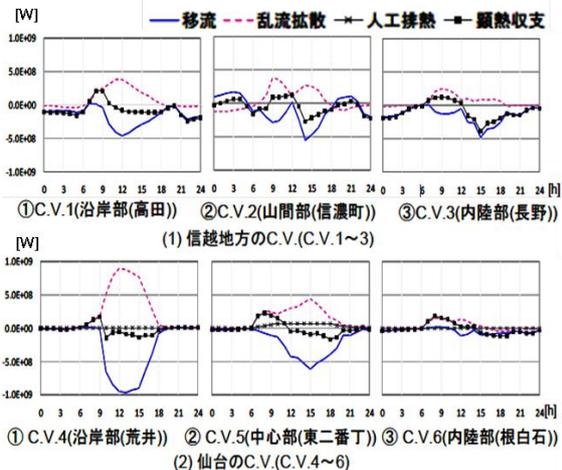


図2 信越地方と仙台の移流・乱流拡散・人工排熱により流入する正味の顕熱収支[W](+がC.V.内での収支の増加を示す)(文7)



図3 武漢実測におけるアンケート調査の様子

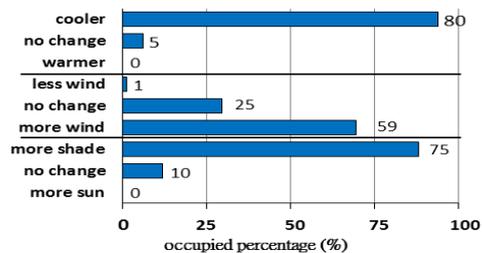


図4 1.5<TSV≤3.0のときの風速・日射に対する要求

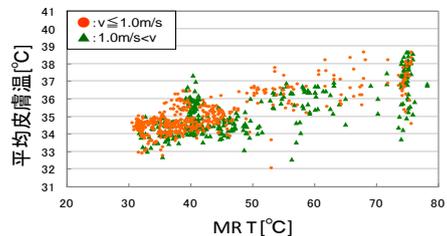


図5 MRT(1分間の計測値)と平均皮膚温(文1)

TSV≤3.0)と回答した被験者の多くが、風速に関する項目ではより強い風を、日射に対する項目では日陰を求めていることが分かる。

(2) 仙台における温熱環境実測とアンケート

2010年8月に東北大学川内キャンパス内において皮膚温や発汗量等の人体生理量および

温熱環境の計測、人体の暑熱感に関するアンケート調査を同時に実施した(文1)。今回の測定条件下で素はMRTであった。このときの計測値を風速が1.0m/s以上の環境で計測されたものと、1.0m/s未満で計測されたものに分類してみると、風速が1.0m/s以上では、1.0m/s未満の環境より平均皮膚温がやや低くなる傾向が見られた(図5)。夏季の屋外環境では放射の影響が大きいが、風速が大きければ皮膚表面からの対流による放熱量を増やすことができ、暑熱感を和らげる効果が期待できることがこの調査からも確認された。

4.3 環境効率の概念に基づく市街地の温熱環境の評価

申請者等の開発したCASBEE-HIでは、ヒートアイランド対策の効果を定量的に評価するために、環境効率の概念を導入している。ここでは、敷地を囲む仮想閉空間(Control Volume: C.V.)を考え、環境効率(BEE_{HI}: Building Environmental Efficiency on Heat Island Relaxation)を次式により評価する。

$$BEE_{HI} = Q_{HI} / L_{HI} \quad (1)$$

ここで、

Q_{HI} = 仮想閉空間(C.V.)内の温熱環境の緩和効果

L_{HI} = 仮想閉空間(C.V.)外へのヒートアイランド負荷

環境効率を最大にするには、敷地境界の内部の環境の質(Quality, 以降Qと表記)を最大にし、敷地境界の外部に対する環境負荷(Load, 以降Lと表記)を最小にすることが求められる。

本研究では、C.V.の範囲を敷地から着目する市街地に拡大し、Qは着目する市街地内における歩行者空間の環境改善効果、Lは着目する市街地がその外部に及ぼす環境負荷としてこれらを定量的に評価し、評価向上のための対策を検討した。

4.4 建物の形状・配置と市街地のQとLの関係の分析

(1) 風通しの改善

① 市街地における建物の配列・高さの非一様性の影響(文4,8) 形態の異なる4つの市街地領域を対象とするLESを実施し、市街地内部の運動エネルギー収支構造及びエネルギー散逸率 ε を詳細に分析した。計算対象は表1のとおり。全ケースとも平均建物高さは等しく(=H)、高さが非一様なケースの建物高さは、0.28H, 0.64H, 1H, 1.36H, 1.72H。グロス建蔽率は各ケースとも25%。

従来の研究は、着目する市街地内の風通しの良し悪し(Q)のみを比較していたが、本研究では、着目する市街地がもたらす風下側領域の風速低減への影響(外部環境負荷L)を定量的に評価することを試みた。ここでは、着目する市街地内で全運動エネルギーがどの程度散逸するか、つまりエネルギー散逸率 ε により評価されると考え、ケース間での比較を行った(表2)。 ε は、最も値の小さいCaseRU(整列配置・高さ一様)を基準とすると、建

表1 計算ケース(4.4(1)①)

Case	CaseRU	CaseSU
俯瞰図		
建物配置	整列(Regular)	千鳥(Staggered)
建物高さ	一様(Uniform)	一様(Uniform)
Case	CaseRN	CaseSN
俯瞰図		
建物配置	整列(Regular)	千鳥(Staggered)
建物高さ	非一様(Nonuniform)	非一様(Nonuniform)

表2 運動エネルギー散逸率の総和と各ケースの運動エネルギー散逸率のCaseRUとの比(文4,8)

	運動エネルギー散逸率の総和	CaseRUとの比
CaseRU	68.8	1.00
CaseSU	124.9	1.82
CaseRN	144.3	2.09
CaseSN	190.1	2.76

表3 エネルギー散逸 ε の定義(文4,8)

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_v}{E_m} \quad (2) \quad \varepsilon_v = \frac{\int_{x_1=0}^{x_1=Lx} \int_{x_2=0}^{x_2=Ly} \int_{x_3=0}^{x_3=\Delta x_3} \varepsilon_0 \cdot dx_1 dx_2 dx_3}{Lx \cdot Ly} \quad (3)$$

$$E_0 = \frac{\varepsilon}{\left(\frac{Q}{Ly\Delta x_3}\right)^3 / \Delta x_3} \quad (4) \quad E_m = \frac{\int_{x_2=0}^{x_2=Ly} \int_{x_3=0}^{x_3=\Delta x_3} E_0 \cdot dx_2 dx_3}{Ly} \quad (5)$$

$$E_0 = \frac{(k_{cs} + k_{cs}) \sqrt{u_1}}{\left(\frac{Q}{Ly\Delta x_3}\right)^3} \quad (6) \quad \text{ここで、} \Delta x_3 \text{は鉛直方向積分範囲の上限値を表す。}$$

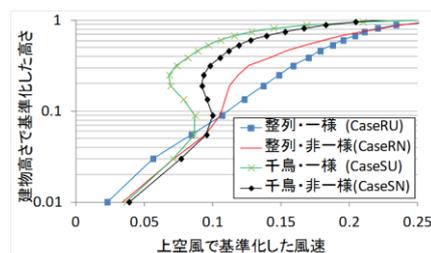


図6 地表面付近の水平方向の平均スカラー風速の鉛直分布

物配置を千鳥状、また建物高さを非一様とすることにより増加している。以上より本解析ケースでは、建物高さが一様で整列配置であるケース(CaseRU)で最も外部環境負荷Lが小さく、建物高さが非一様で千鳥配置であるケース(CaseSN)で最もLが大きいことが示された。一方、図6に示す地表面付近の風速を見ると、CaseRU(整列配置・高さ一様)のケースが最も平均風速が遅いことから、Lが最小となるCaseRU(整列配置・高さ一様)は、歩行者レベルの風環境の質Qも低いことが分かる。また、他のCaseRN(整列配置・高さ非一様)等にするとQに係る歩行者レベルの風

速が増加するが(図 6)、L も約 2 倍に増加する(表 2)。

運動エネルギー散逸率 ε は「単位時間に散逸する運動エネルギー」で定義される値であり、本研究では、評価領域内の ε の総量を、単位時間あたりに解析領域に流入する全運動エネルギーを用いて基準化し、単位時間あたりに流入するエネルギーに対して、どの程度のエネルギー散逸が単位時間あたりに生じているかを示す指標とした。これを ε とし、表 3 のように表す。また、 ε の値は積分範囲(評価範囲)により変化するため、評価領域のスタディを踏まえ、本研究では外部環境負荷の定量評価法を以下のように提案する。

■外部環境負荷 L の定量評価法

(a) 評価範囲 評価範囲の鉛直高さは、平均建物高さの 4 倍以上とする。

(b) 評価指標 (2)~(6)式から求まる ε 。単位時間あたりに流入する全運動エネルギーのうち、どの程度が市街地の影響によって散逸し、熱エネルギーへ変換されるかを表す。

②建物形状・密度の影響(文 5)

アスペクト比が 1.5, 3.13 の角柱をそれぞれ様々な密度で千鳥状に一樣配列した物体群を対象に風洞実験を実施し、抗力を測定した。抗力係数(図 7)は、アスペクト比の大きい物体ほど大きく、またどちらの角柱も、粗度立面積密度 λ_f (=風上からの物体の投影面積/単位街区の面積)の増加に伴って増大し、 $\lambda_f=20\%$ 付近で減少に転じる。ここで、着目する市街地の抗力が大きいほど、市街地内で多くの運動エネルギーが消費され、風下側領域の風速低減への影響(外部環境負荷 L)は大きくなることから、物体密度が $\lambda_f=10\sim 20\%$ で L が最大となり、またアスペクト比の大きい物体群ほど L が大きくなると考えられる。

次に、各形状の風洞実験を対象とした数値解析を実施し、それぞれのケースの地表面付近の風速を比較した。図 8 より、それぞれの形状で粗度体積密度 ρ_v (=物体体積/単位ユニットの体積)の増加に伴い風速も低下しているが、抗力がピークとなるケースを境に高密度側では風速の低下が緩やかになっている。粗度体積密度と風速の関係に、風洞実験で抗力がピークとなった $\lambda_f=10\sim 20\%$ の範囲を重ねると、図中の色つきの範囲が最も抗力が大きい、すなわち外部環境負荷 L が最大となる領域であり、L を小さくするには、その範囲に該当しないよう物体群の密度やアスペクト比を調整する必要がある。

(2)風通しの改善と日射遮蔽(文 9) ある計画敷地を対象として、マイクロ気候の解析システムを用いて環境を予測した結果から、屋外環境の質を評価するための評価指標の検討を行った。ここでは、敷地内温熱快適性(Q)の評価には新標準有効温度(SET*)を用い、以下の 3 つの指標を定義し、これを用いた評価法を検討した。

Index 1 : 計画敷地内で SET*が許容上限値以下となる領域の面積

Index 2 : Index 1 の値を計画敷地面積で基準化

Index 3 : Index 1 の値を敷地内のオープンスペースの面積で基準化

建蔽率が同じ場合の計画の優劣は、Index 1 で評価できる。すなわち、Index1 の値が大きいほど、屋外空間の温熱環境の質 Q が高いと判断される。しかし、建蔽率が異なる計画が複数ある場合、Index 1 では優劣が評価できない。そのような場合は、敷地全体内における人間が許容できる領域面積の割合を示す Index2 を算出し、これにより Q を評価する。このような評価を行った結果、いずれの計画も Index2 の値が低く、改善案の検討が必要となる場合もあると考えられる。そのような場合には、各改善案に対して、敷地内のオープンスペースにおける人間に許容できる領域面積の割合を示す Index3 を算出し、計画変更により、どれだけ Q を向上させる余地があるかを把握することができる。

以上の評価指標を用いて、仙台と広州(中国)の気候条件下において、高さ(H)が 42m の建物群を対象とした解析を行い、最適な隣棟間隔比 H/D(=建物高さ/隣棟間隔)を求めたところ、仙台は H/D=2.8(隣棟間隔 15m)、広州は H/D=1.4(隣棟間隔 30m)となった。図 9 は、D/H=2.8 の場合の 12 時における地表面および建物表面の温度分布であり、仙台に比べ広州の地表面温度が高くなっている。仙台よりも低緯度側に位置する広州では、昼間の太陽高度が高いために建物による影ができにくく、広州で屋外の温熱快適性を改善するためには風通しを確保することが重要と考えられる。逆に仙台では隣等間隔を狭め、日陰となる面積を増加させることが温熱快適性向上に効果的であると考えられる。

4.5 歩行者空間の Q を改善するための他の手法の効果

既存の都市内では、隣棟間隔や建物配置の変更は困難であることが多い。そのような場合に、歩行者空間の温熱快適性(Q)を改善するための他の手法の効果を検討した。

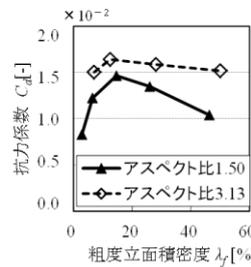


図 7 粗度立面積密度と抗力係数分布(文 5)

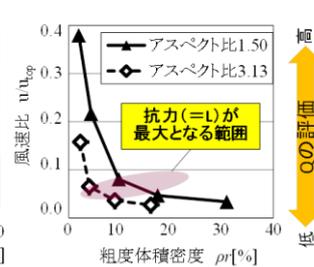
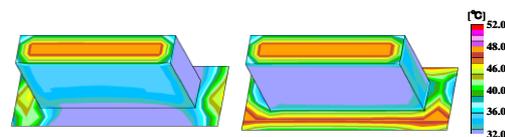


図 8 粗度体積密度と地表面付近の風速



(a) 仙台 (b) 広州
図 9 12 時における地面と建物の表面温度分布 (D/H=2.8, 隣棟間隔 15m)(文 9)

(1)緑陰の創出 図10に、仙台における実測期間中(実測の詳細は4.2(2)参照)の日向と緑陰のSET*の経時変化の比較を示す。日向に比べ緑陰のSET*が10℃以上低下している。

(2)鉛直壁面の表面被覆の変更 街路空間における鉛直壁面の素材の違いが温熱環境に及ぼす影響を評価することを目的とし、2011年8月28日～9月8日に、日本工業大学に設置された屋外都市モデル(COSMO: Comprehensive Outdoor Scale Model)において、コンクリートブロックに高反射面、緑化面を設置し、表面温度の計測を行った。各面の平均表面温度(9点平均)を比較すると(図11)、1日を通して緑化面の表面温度が低く、コンクリート面の表面温度が一番高かった。

また、バルコニーのような鉛直壁面上に設けられた凸凹は壁面に陰を創出する結果、鉛直壁面からの放射fluxが低減される(図12)。

(3)ピロティの設置 武漢における実測(実測の詳細は4.2(1)参照)において、オープンスペースよりもピロティ空間におけるTSVが格段に小さくなり(図13)、ピロティ空間では一日を通して暑熱感が緩和されていることが確認された。

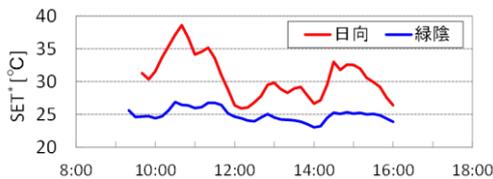


図10 日向と緑陰のSET*の時間変化 (2010年8月2日)(文1)

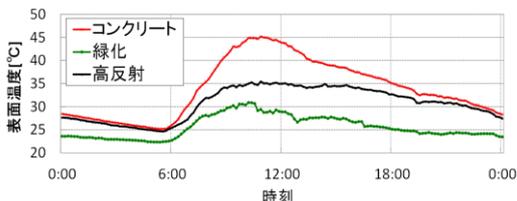


図11 対策面の表面温度(2011年8月30日)



図12 バルコニーを有する建物の熱画像(文2)

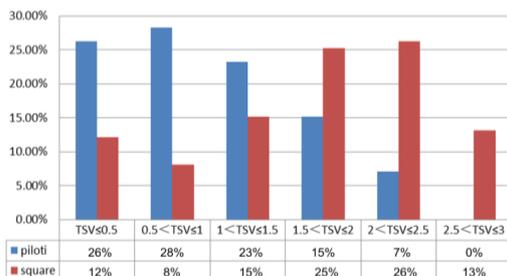


図13 オープンスペースとピロティ空間におけるTSVの比較

4.6 まとめ

(1)屋外温熱環境実測調査を行い、各都市の気候特性を把握するとともに、温熱環境改善に対する風通しの確保と日射遮蔽の重要性を確認した。

(2)さらに、市街地形態の変更による風通しの改善や日射制御の影響を気候数値解析により定量的に評価し、各都市の気候特性毎に、市街地内の温熱環境を改善するには日射遮蔽と風通しのどちらが優先されるべきかを検討した。その結果をまとめると以下の通り。

- ① 海風の導入が見込める沿岸部、太陽高度が高いために建物間隔を狭くしても日陰のできにくい低緯度地域は、風通しを優先すべきであり、建物高さにばらつきをもたせる等、建物配置や形状・密度を調整することにより歩行者空間の風通しを向上させることができる。ただし、市街地内形態の変更を考える際は、それによる風下地域への環境負荷も同時に考慮する必要がある。
- ② 海風や局地風の導入が見込めない内陸部は日射遮蔽を優先すべき地域であり、温熱環境を改善するためには隣棟間隔を狭くして日陰を作る必要がある。
- ③ 市街地形態の変更が困難な場合は、壁面の表面被覆の変更、植栽やピロティの設置等の対策も歩行者空間の温熱環境改善に有効である。また、バルコニーのような鉛直壁面上に設けられた凸凹も、鉛直壁面からの放射fluxを低減し、温熱環境を改善する効果がある。

(3)以上のように、都市の気候特性に適合した方策を講じることにより、環境効率の高い市街地環境の実現が期待できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計28件)

1. Saori Yumino, Kiyoshi Sasaki, Akashi Mochida, Study on Physiological Responses and Thermal Sensation in Outdoor Space under Strong Solar Radiation, Journal of Habitat Engineering, 査読有, vol.4, 2012年, 85-94
2. Tianyu Xi, Qiong Li, Akashi Mochida, and Qinglin Meng, Study on the outdoor thermal environment and thermal comfort around campus clusters in subtropical urban areas, Building and Environment, 査読有, vol.52, 2012年, 162-170
3. Saori Yumino, Kiyoshi Sasaki, Takahiro Tonouchi, Akashi Mochida, THREE DIMENSIONAL RADIANT HEAT TRANSPORTS IN OUTDOOR SPACE AND THEIR INFLUENCE ON PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND THERMAL SENSATION, Proceedings of 4th International Conference on Human-Environment System, 査読有, 2011年
4. Yasuyuki Ishida, Taichi Shirasawa, and Akashi Mochida, LES analysis of kinetic

- energy balance in an urban area ,
Proceedings of 13th International
Conference on Wind Engineering, 査読有,
2011年, No. 338
5. Naoko Konno, Azusa Ono, Akashi Mochida,
Takashi Maruyama, Aya Hagishima, Jun
Tanimoto, and Yuichi Tabata, Canopy flow
modelling for reproducing aerodynamic
effects of roughness arrays with various
densities and configurations, Proceedings
of 13th International Conference on Wind
Engineering, 査読有, 2011年, No. 336
 6. Tianyu XI, Qiong LI, Akashi MOCHIDA, and
Qinglin MENG , The Outdoor Thermal
Environment and Thermal Comfort of Piloti
in Subtropical Climate Cities, Journal of
Habitat Engineering, 査読有, vol.3, 2011
年, 253-260
 7. 蔡昌殷, 菊地大, 持田灯, 高木直樹,
内陸都市長野と沿岸都市仙台を対象とし
た夏季温熱環境の比較, 風工学シンポジウ
ム論文集, 査読有, 21巻, 2010年, 85-90
 8. Taichi Shirasawa, Yoshinobu Endo, Yasuyuki
Ishida, Akashi Mochida, Ryuichiro Yoshie,
Hideyuki Tanaka, Large-eddy Simulation of
Flowfields in High Dense Cities Effects of
Building Heights on Drag Force and Mean
Kinetic Energy Transport, Proceedings of The
Fifth International on Computational Wind
Engineering, 査読有, 2010年, No. 462
 9. Yingli Xuan, Qiong Li, Akashi Mochida, CFD
Analysis on Pedestrian Wind and Thermal
Environment in High-Density Asian Cities
under Subtropical Climate, Proceedings of
The Fifth International on Computational
Wind Engineering, 査読有, 2010年, No. 161
[学会発表] (計 53件)
 1. Akashi Mochida, Analysis of Microclimate
and Human Thermal Comfort in Urban Areas,
Croucher Advanced Study Institute, 2011
年12月6日, HongKong
 2. Yingli Xuan, Study on the Optimal Building
Arrangement in High Density Asian Cities,
Croucher Advanced Study Institute, 2011
年12月6日, HongKong
 3. Tianyu Xi, Qiong Li, Akashi Mochida, and
Qinglin Meng, A STUDY ON THE INFLUENCE OF
VARIOUS HUMAN-BUILT ENVIRONMENTS ON
OUTDOOR THERMAL COMFORT IN SUBTROPICAL
CLIMATE CITIES , 4th International
Conference on Human-Environment System,
2011年10月4日, 札幌
 4. Saori Yumino, Kiyoshi Sasaki, Takahiro
Tonouchi, Akashi Mochida , THREE
DIMENSIONAL RADIANT HEAT TRANSPORTS IN
OUTDOOR SPACE AND THEIR INFLUENCE ON
PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND THERMAL
SENSATION, 4th International Conference
on Human-Environment System, 2011年10
月6日, 札幌
 5. Yasuyuki Ishida, Taichi Shirasawa, and
Akashi Mochida, LES analysis of kinetic
energy balance in an urban area, 13th
International Conference on Wind
Engineering, 2011年7月11日, Amsterdam
 6. Naoko Konno, Azusa Ono, Akashi Mochida,
Takashi Maruyama, Aya Hagishima, Jun
Tanimoto, and Yuichi Tabata, Canopy flow
modelling for reproducing aerodynamic
effects of roughness arrays with various
densities and configurations , 13th
International Conference on Wind
Engineering, 2011年7月12日, Amsterdam
 7. 石田泰之, 白澤多一, 持田灯, LESに
よる都市空間内の運動エネルギー収支構
造の分析, 第24回数値流体力学シンポジ
ウム, 2010年12月21日, 東京
 8. 蔡昌殷, 菊地大, 持田灯, 高木直樹,
内陸都市長野と沿岸都市仙台を対象とし
た夏季温熱環境の比較, 第21回風工学シ
ンポジウム, 2010年12月1日, 東京
 9. Taichi Shirasawa, Yoshinobu Endo,
Yasuyuki Ishida, Akashi Mochida,
Ryuichiro Yoshie, Hideyuki Tanaka ,
Large-eddy Simulation of Flowfields in
High Dense Cities Effects of Building
Heights on Drag Force and Mean Kinetic
Energy Transport, The Fifth International
on Computational Wind Engineering, 2010
年5月24日, ノースカロライナ, アメリカ
 10. Yingli Xuan, Qiong Li, Akashi Mochida,
CFD Analysis on Pedestrian Wind and
Thermal Environment in High-Density Asian
Cities under Subtropical Climate, The
Fifth International on Computational Wind
Engineering, 2010年5月26日, ノースカ
ロライナ, アメリカ
- ## 6. 研究組織
- (1) 研究代表者
持田 灯 (MOCHIDA AKASHI)
東北大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 00183658
 - (2) 研究分担者
大岡 龍三 (OOKA RYOZO)
東京大学・生産技術研究所・教授
研究者番号: 90251470
渡辺 浩文 (WATANABE HIRONORI)
東北工業大学・工学部・教授
研究者番号: 60247236
高木 直樹 (TAKAGI NAOKI)
信州大学・工学部・教授
研究者番号: 00163171
 - (3) 連携研究者
吉野 博 (YOSHINO HIROSHI)
東北大学・工学研究科・教授
研究者番号: 30092373
姥浦 道生 (UBAURA MICHIO)
東北大学・工学研究科・准教授
研究者番号: 20378269