

# 平成 27 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：室内環境

研究期間：H27 ～ H28 [平成 28 年度も研究継続]

課題番号：153005

研究課題名（和文）： 密集市街地における街区気流構造の把握及びウインドキャッチャーによる通風改善に関する研究

研究課題名（英文）： Research on ventilation improvement by densely urban area of city blocks airflow structure grasp and wind catcher

研究代表者：遠藤 智行

交付決定額（当該年度）：250,000 円

※平成 27 年度で終了となる研究課題は最終成果報告書となりますので、下記項目について詳細な報告をお願いします。

※ページ数の制限はありません。

※成果等の説明に図表を使用させていただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

## 1. 研究の目的

建築物の屋内環境の改善と省エネルギーの観点から再生可能エネルギーである風力を活用したパッシブデザイン手法に注目が集まる現状がある。そのため、自然通風・換気量を高精度に予測するための技術手法の確立が有益であると考えられるが、設計段階において個別の問題に対して風洞実験や CFD 解析を実施することは一般的とは言えない。また、都市の風環境は周辺の建物配置や形状、または周囲の道路条件といった複合的な要素が複雑に作用するため、個別の解析を実行せずに街区ごとの通風性能を予測する手法としては整列均等に配置したモデルを用いて、街区のグロス建蔽率ごとに見込める通風量の予測を行う例が見られる。しかし、千鳥配置のように、少しでも整列均等配置が変化した場合、その街区の風環境が変化し、建物周辺の流れ場が整列均等配置とは異なる様相を呈す。また、対極的な研究手法として、実在する街区を対象に 16 風向による地域別の風速比を求めているが、通風量予測の基準となる街区のグロス建蔽率は、あくまでも任意の一か所における結果的な値であることから、建築予定地のグロス建蔽率算出手法に関しては検討の余地があると考えられる。

そこで本研究では、GIS (Geographic Information System) を用いることにより、東京 23 区と横浜市の住宅地を解析対象とし、地域の通風性能を評価するうえで基準となる平均的なグロス建蔽率（以後、地域適正グロス建蔽率とする）の算出を実施した。そして、抽出した実街区を 1/200 縮尺模型で再現し、風洞実験により街区中心建物に作用する風圧係数  $C_p[-]$  を明らかにすることで、既存の均等整列配置との相違および地域適正グロス建蔽率ごとに整理された実街区が保持する通風性能の評価を試みた。

## 2. 研究の方法

自然通風・換気量を予測するために必要な既知情報となるグロス建蔽率を適正に求めるために、東京都および横浜市が保有する建物現況データを商用ソフトウェア ArcGIS にインポートし、図 1 に示す 3 か所（住宅地 A, B, C）におけるグロス建蔽率の算出を実施した。その際、後ほど行う風洞実験では地形の起伏を再現することが困難であるため、比較的平坦な場所を抽出条件とした。次に図 2 に示すように、GIS を用いて使用予定の風洞幅 1200mm に 1/150 縮尺で収まる範囲の条件で、住宅地 A を対象に 180m 平方で地図無回転の条件で 3 ケース、地図の回転（街路直交）を行った 3 ケース、計 6 ケースのグロス建蔽率算出を行ったところ、最大で 5.6% の差異を確認した。

算出したグロス建蔽率の差異が住宅地 A 特有の変動であるか否かを確認する目的で、同様の算出を住宅地 B 及び住宅地 C を対象に実施したところ、図 3 に示すように 3 か所の住宅地全てにおいて最大で 5.6%～8.5% の差異が生じることを確認した。これは建築予定地の通風性能をおおよそ予測するために用いられるグロス建蔽率の算出を 180m 平方程度の範囲で行った場合、その予測値を適正に評価することが困難であると考えられる。

続いて、風洞幅 1200mm に 1/200 縮尺で収まる範囲となる 240m 平方の条件で実施した住宅地 A のグロス建蔽率算出結果を図 4 に、同様の範囲と条件で算出した住宅地 B,C の比較結果を図 5 に示す。これらの結果から異なる 3 か所の住宅地、計 6 ケースにおけるグロス建蔽率の最大差が 4.1%～4.3%となり、180m 平方と比してその差異が減少することを確認した。

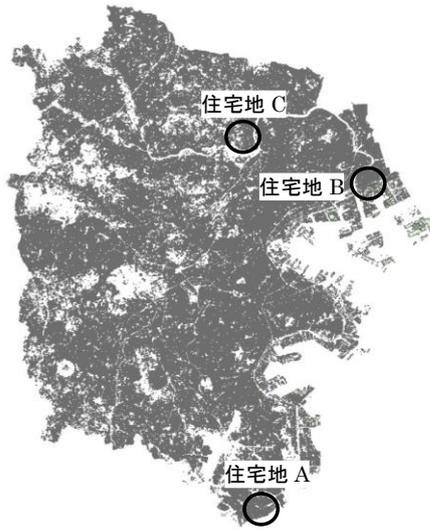


図 1 地域適正グロス建蔽率  
算出場所（横浜市）

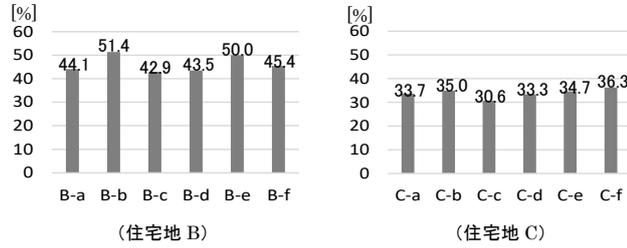


図 3 180m 平方 グロス建蔽率 比較

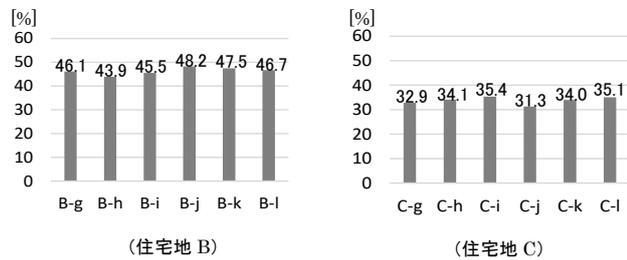


図 5 240m 平方 グロス建蔽率 比較

地図無回転(North Up)	グロス建蔽率[%]	地図回転(街路直交)	グロス建蔽率[%]
A-a	36.9	A-d	34
A-b	38.5	A-e	35.2
A-c	36.3	A-f	37.5

図 2 180m 平方  
グロス建蔽率算出範囲 (住宅地 A)

地図無回転(North Up)	グロス建蔽率[%]	地図回転(街路直交)	グロス建蔽率[%]
A-g	37.3	A-j	36.5
A-h	35.6	A-k	36.7
A-i	34.7	A-l	33.9

図 4 240m 平方  
グロス建蔽率算出範囲 (住宅地 A)

さらに、抽出する範囲を平方条件ではなく、図 6 に示すように街路に囲まれたブロックを 1 単位とした、街区単位による抽出を試みた比較結果を図 7 に示す。以上の結果から抽出する街区範囲を 240m 平方と設定することにより、街区の位置や地図の角度の有無に関わらず対象地の地域グロス建蔽率の差異を全て 5%以下に抑えると同時に、広域の街区単位の条件によって算出したグロス建蔽率とも対応することを確認した。そして、これらの手法により算出した 6 ケースの平均値が、対象街区の通風性能を評価するための地域適正グロス建蔽率であると考えられるため、以後に実施した風洞実験で使用する実街区の抽出は全て同様の方法を用いる。

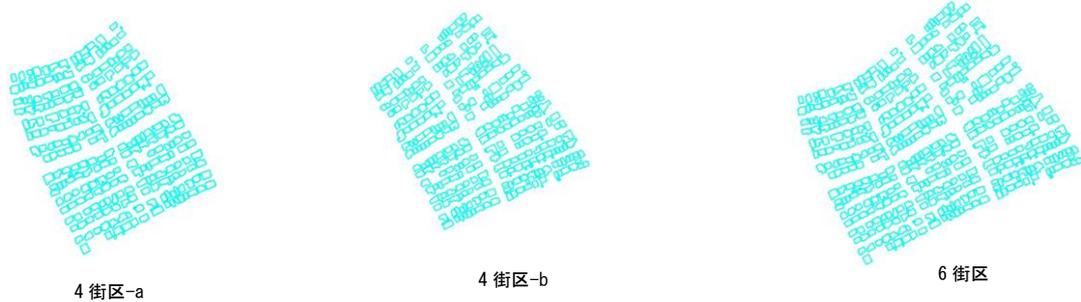


図 6 街区単位 グロス建蔽率算出範囲 (住宅地 A)

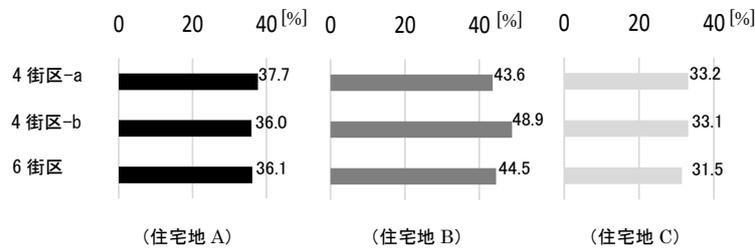


図 7 街区単位 グロス建蔽率比較

通常、市街地を想定した風洞実験ではアプローチフローを実現象と同じ鉛直分布と設定する手法が一般的であるが、本実験で用いる模型縮尺が 1/200 であるため、地表面から軒高までの分布を厳密に 1/4 乗則に一致させることが困難となる。しかし、周辺建物がある条件におけるアプローチフローは、実街区の再現範囲が図 8 に示す測定対象模型付近の平均高さ (30mm) の 10~25 倍以上かつ、最高測定点高さ (24mm) の 20 倍以上であれば、接近流が一樣流であっても実現象との相似性が比較的良好となることから、図 9 に示すように、単独建物の条件にて極力 1/4 乗則に従う分布設定に努めたいうで測定を実施した。また、本研究では建物配置と密集度がもたらす壁面風圧力の変動に主眼を置くため、建物屋根形状は陸屋根とした。再現した街区のほぼ中央に設置した測定対象建物の壁面風圧を多点圧力計 (MelonTechnos 製 32CH MICRO PRESSURE UNIT MODEL MP-32) を用いて、サンプリング周波数 200Hz、平均化時間 60 秒にて測定し、各点の風圧力を基準動圧で除することで風圧係数  $C_p[-]$  の算出を行った。

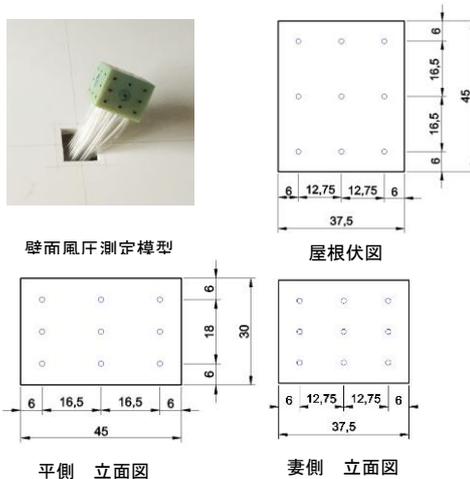


図 8 測定対象模型

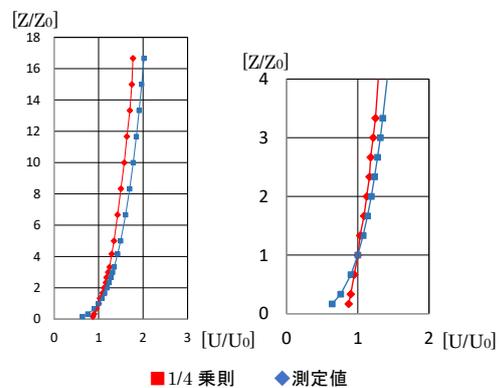


図 9 アプローチフロー (単独建物)

実街区における風環境を既往研究で用いられている均等整列配置と比較するために、抽出する街区の分類化を実施した。GISを用いた算出手法を用いて、図10に示す全ての実街区において地域適正グロス建蔽率30%、40%、50%相当の実街区抽出を実施した。その中でも既往研究で用いられた均等整列配置に近い街区となる準整列実街区と、地形依存度が高く非計画的に形成された非整列実街区の2種類を実験対象として設定した。

また、均等整列配置の3ケースは回転させた場合でも同じ配置となることから $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ の3風向とし、実街区の6ケースにおいては8風向を設定したうえで、全57ケースにおける壁面風圧力測定を実施した。

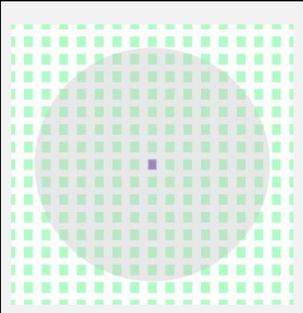
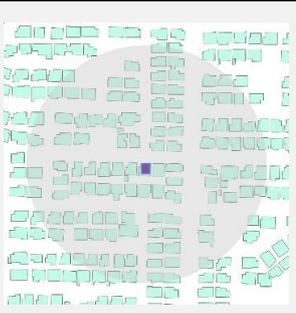
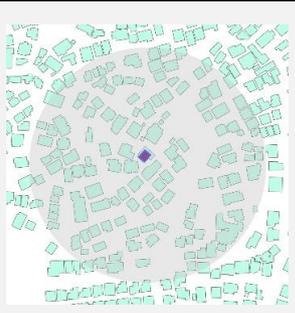
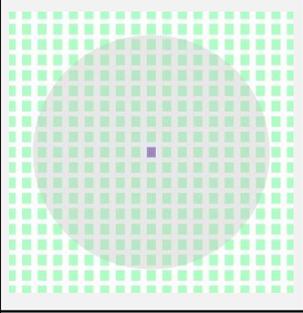
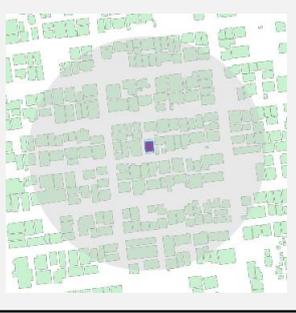
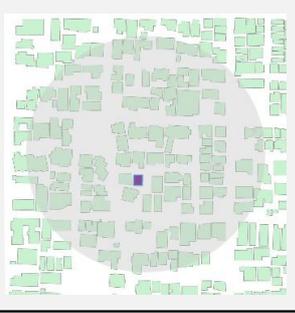
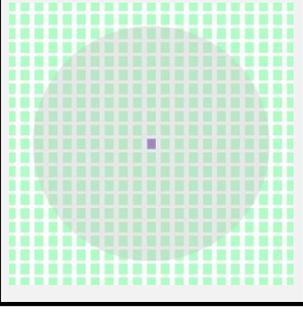
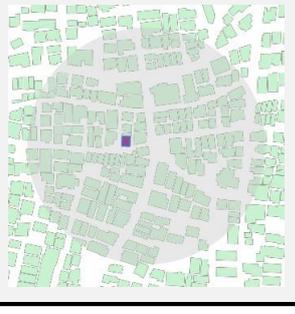
グロス建蔽率	整列均等配置 (TypeA)	準整列 実街区 (TypeB)	非整列 実街区 (TypeC)
30%			
40%			
50%			

図10 風洞実験ケース

### 3. 研究成果

周辺建物がある条件において算出した風圧係数  $C_p[-]$  分布の一例を図11に示す。次に、街区が保持している通風性能を評価するために、各ケースにおける最大風圧係数差  $\Delta C_p[-]_{max}$  の算出結果を図12に示す。このとき、壁面に作用する圧力差が最大となる開口ケースを風向ごとに選択しているため、全風向に対応した通風性能とはいえないが、各街区で見込める最大の通風量の把握は可能と考えられる。

それぞれのタイプの街区をグロス建蔽率ごとに比較すると、30%では整列均等配置の Type A は実街区と比べて風向が西、東の条件で過小評価となっているが、それ以外の風向ではおおむね対応している。40%では、Type A は準整列の Type B より過小評価となっているが、非整列の Type C に対しては過大評価となる。しかし、8風向におけるばらつきが少なく、どの風向からも一定の通風性能を保持している様子が伺える。50%では Type A は Type B と比して過小評価の値が大きいが、Type C と比較すると風向が東の条件を除いて対応を確認した。

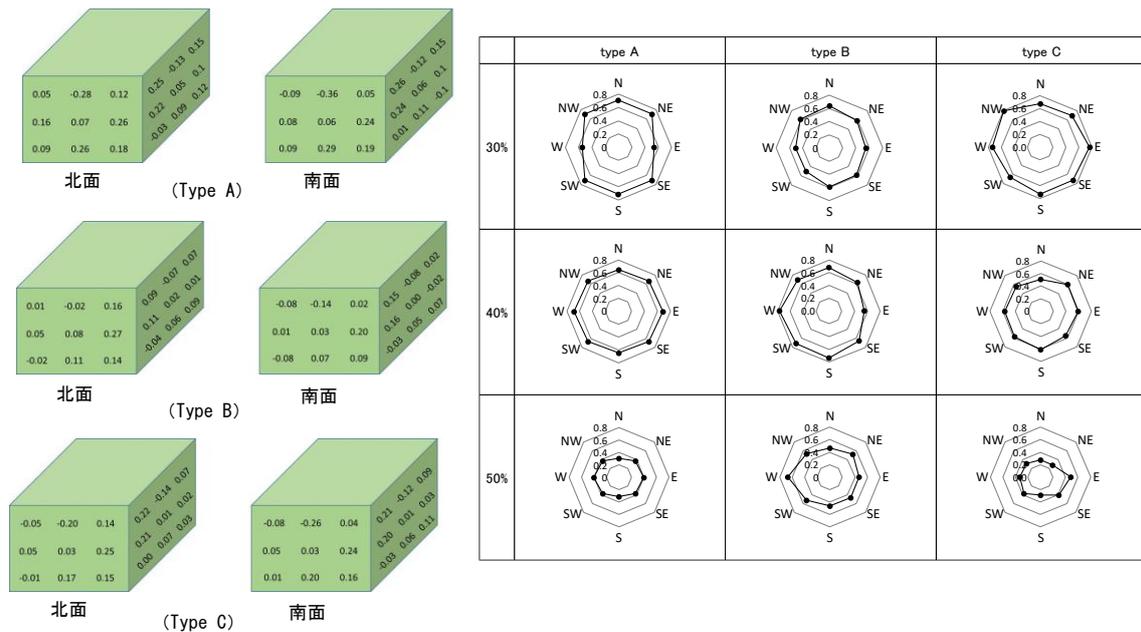


図 11 風圧係数比較 一例  
 グロス建蔽率 40% 風向：  
 北東

図 12 最大風圧係数差  $\Delta C_p [-]$  max

図 11 風圧係数比較 一例

本研究では実街区の抽出および風洞実験から以下の知見を得ることが出来た。

- 1) GIS を用いて 240m 平方の範囲で街区抽出することにより、その位置や地図角度に関わらず差異の少ない地域の適正グロス建蔽率の算出が可能となった。
- 2) 通風関連の既往研究で多く散見できる均等整列配置の街区条件は、2 種類の実街区と比して壁面風圧力を過大または過小に評価してしまう傾向が確認された。
- 3) 非整列の街区条件では、グロス建蔽率の増加とともに最大風圧係数差が小さくなるが、準整列街区は整列均等配置と同様に、一度グロス建蔽率 40%でその値が大きくなる傾向が確認された。

#### 4. 主な発表論文等 (研究代表者、研究分担者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

滝澤 正玄, 倉淵 隆, 遠藤 智行, 鳴海 大典: 周辺建物の影響を考慮した通風性能評価手法に関する研究 (その 1) GIS による住宅地の地域適正グロス建蔽率算出および風洞実験による風圧係数評価, 日本建築学会関東支部研究報告集, 2016.3

2015 年度関東支部研究発表会 優秀研究報告集採用

## 5. 研究組織

### (1) 研究代表者

遠藤 智行 関東学院大学 建築・環境学部 准教授

### (2) 研究分担者

野中 俊宏 (株式会社 LIXIL・企画推進室・博士 (工学))

平野 葵 (東京理科大学・工学研究科・大学院生)

梯 洋貴 (東京理科大学・工学研究科・大学院生)

堀 智朗 (東京理科大学・工学研究科・大学院生)

滝澤 正玄 (横浜国立大学・環境情報学府・大学院生)

赤坂 刀摩 (関東学院大学・建築・環境学部・卒研究生)

工藤 隼平 (関東学院大学・建築・環境学部・卒研究生)

田中 英 (関東学院大学・建築・環境学部・卒研究生)

野口 翔平 (関東学院大学・建築・環境学部・卒研究生)

眞野 俊輝 (関東学院大学・建築・環境学部・卒研究生)

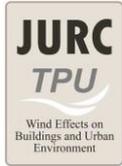
水谷 国男 (東京工芸大学・工学部・教授)

倉淵 隆 (東京理科大学・工学部・教授)

張 偉栄 (東京工芸大学・工学部・准教授)

李 時桓 (東京理科大学・工学部・助教)

塚本 健二 (東京工芸大学・工学研究科・特別研究員)



東京工芸大学・風工学研究拠点・研究集会（2016年3月3日）のご案内

## 密集市街地における街区気流構造の把握及び

### ウインドキャッチャーによる通風改善に関する研究集会

2014年11月に行われた米中首脳会議では、二酸化炭素排出量の削減に関する合意がなされ、アメリカは2025年までに2005年非で26%~28%の削減、中国は2030年をピークとし以降の排出量目標を正式に発表しました。その中でも我が国の民生業務部門のエネルギー消費は、70年代から2.8倍も増加し、全消費量の約20%を占めるまでになりました。こうした現状から、住宅における冷房負荷の削減や常時電力を消費し続ける24時間機械式換気の問題に対し、再生可能エネルギーである自然風を効率的に利用するための研究は、エネルギー消費量だけではなく国民の健康的な生活の維持という支店からも重要視され約半世紀以上の歴史があります。

また、近年は都市部の密集度の増加に伴い、より実街区に近い建物の配置や形状条件による検討が見受けられます。既往研究の多くで採用されている周辺建物が均一高さの整列配置では、実街区とは大きく異なるため、把握した外気流を建物室内へ誘引させ自然通風・換気を促進させるための具体的な設計手法の提案に繋げるのは困難であると考えられます。

今回の研究集会では、街区形状ごとの気流構造の把握、市街地に建つ集合住宅の開口条件による室内気流の違い等、より実際の街区条件での通風性能について風洞実験や数値シミュレーションによって様々な検討を行い、最適な窓開口設計及びウインドキャッチャーによる通風促進効果の評価等、より具体的な設計手法の提案に繋げていきたいと考えております。それぞれの研究で明らかになった事実について情報を共有することで、今後の密集市街地における自然風を有効的に室内へ誘引させるための具体的な設計手法について議論を深めたいと思い、研究集会を開催いたすことになりました。皆様のご参加を心よりお待ちしております。

と き：2016年3月3日(木) 15:45~17:15

と ころ：東京理科大学 森戸記念館

東京都新宿区神楽坂 4-2-2

東京メトロ東西線／有楽町線／南北線／都営地下鉄大江戸線・飯田橋駅

B3 出口から徒歩 5 分

JR 線・飯田橋駅 西口改札から徒歩 6 分

<http://www.tus.ac.jp/info/access/kagcamp.html>

問合せ先： 東京工芸大学 工学部建築学科 准教授 張 偉栄

電話：046-242-9548 E-mail：w.zhang@arch.t-kougei.ac.jp

## プログラム

---

15:45-15:50

開会挨拶, 趣旨説明

遠藤 智行 (関東学院大学 准教授)

---

15:50-16:05

密集市街地における街区条件による通風性能予測改善に関する研究

平野 葵 (東京理科大学)

---

16:05-16:20

密集市街地における風速分布測定及びその評価方法に関する検討

田中 英 (関東学院大学)

---

16:20-16:25

休憩

---

16:25-16:40

市街地に建つ集合住宅の開口条件による通風性能に関する研究

佐藤 正佳 (東京理科大学)

---

16:40-16:55

マルチモードダブルスキンによる自然換気計画及び効果に関する検討

—関東学院大学建築・環境棟を例として—

遠藤 智行 (関東学院大学 准教授)

---

16:55-17:15

討論およびまとめ

---

## 密集市街地における風速分布測定 及びその評価方法に関する検討

関東学院大学 田中 英  
速藤 智行

三次元で風速を測定すると、

時間 t	X風速 Ux	Y風速 Uy	Z風速 Uz
1	5	7	3
2	-9	2	-4
3	10	-5	-4
4	6	-8	7
5	-3	7	0

$$\bar{U}_x \quad \bar{U}_y \quad \bar{U}_z$$

- マイナスを加味している風速。
- CFDの結果はこの時間平均で算出されたもの。

$$\bar{U} = \sqrt{\bar{U}_x^2 + \bar{U}_y^2 + \bar{U}_z^2}$$

← 時間平均

三次元で風速を測定すると、

時間 t	X風速 Ux	Y風速 Uy	Z風速 Uz
1	5	7	3
2	-9	2	-4
3	10	-5	-4
4	6	-8	7
5	-3	7	0

$$V_1 = \sqrt{Ux_1^2 + Uy_1^2 + Uz_1^2}$$

$$V_2 = \sqrt{Ux_2^2 + Uy_2^2 + Uz_2^2}$$

瞬時値を合成して平均

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2 + \dots + V_n}{n}$$

- マイナスを二乗することで、スカラー(量)として加味している。
- 風洞実験におけるサーミスタ風速計は瞬時値を合成平均したもの

三次元で風速を測定すると、

時間 t	X風速 Ux	Y風速 Uy	Z風速 Uz
1	5	7	3
2	-9	2	-4
3	10	-5	-4
4	6	-8	7
5	-3	7	0

時間平均  $\bar{U} \neq$  瞬時値合成平均  $\bar{V}$

マイナス側の値をどのように平均しているかで差異が生じる。

CFDとサーミスタ風速計に差異が生じる。

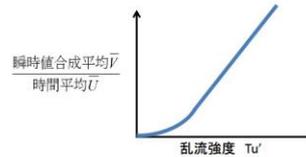
時間平均  $\bar{U} \neq$  瞬時値合成平均  $\bar{V}$

CFDとサーミスタ風速計に差異が生じる。

この差異をなくすために、Popielekは変換式を考案した。

しかしPopielekの変換式は室内気流に対応したもの。

そこで本研究ではPopielekの変換式を基に  
屋外気流に対応した新たな変換式を構築する。

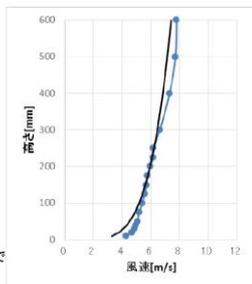


- 乱流強度が大きくなると、 $\bar{V}/\bar{U}$ が大きくなる。

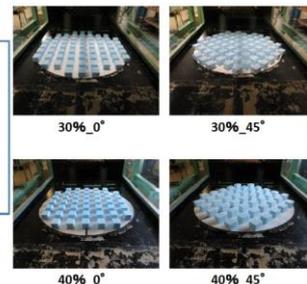
これは乱れが大きくなるということは変動が大きくなり、瞬時値を合成しているVが大きくなるため。

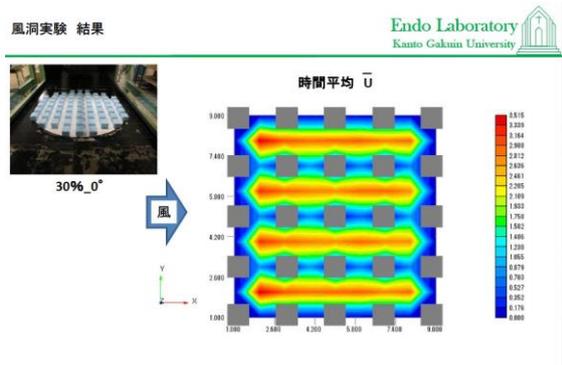
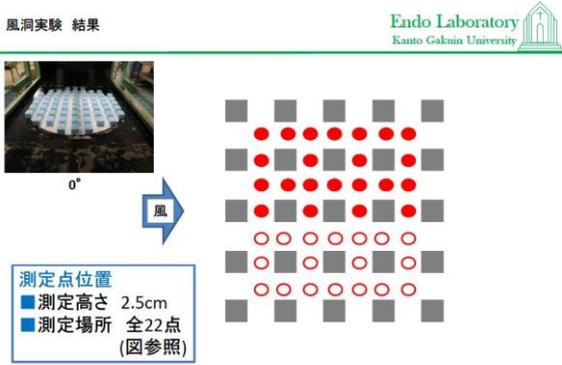
- 実験概要
- 建物サイズ  
幅:奥行:高さ= 6.08cm:7.25cm:5cm
  - 基準高さ 軒高5cm
  - 基準風速 5.07m/s
  - アプローチフロー 1/5乗のべき法則

本実験では、スプリットフィルムプローブで測定点におけるX,Y,Z速度を測定した。



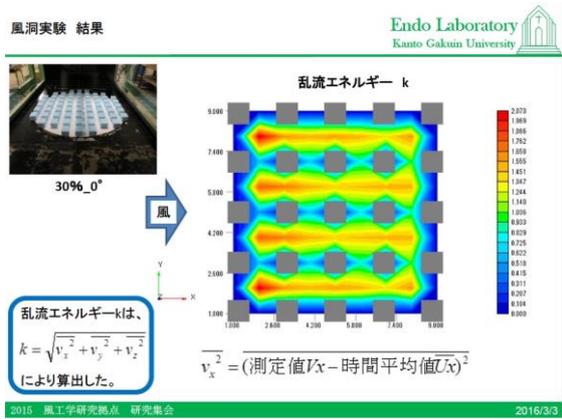
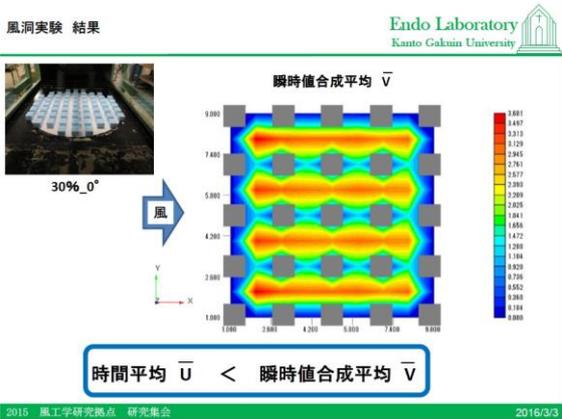
- グロス30%、風向角0°
- グロス30%、風向角45°
- グロス40%、風向角0°
- グロス40%、風向角45°





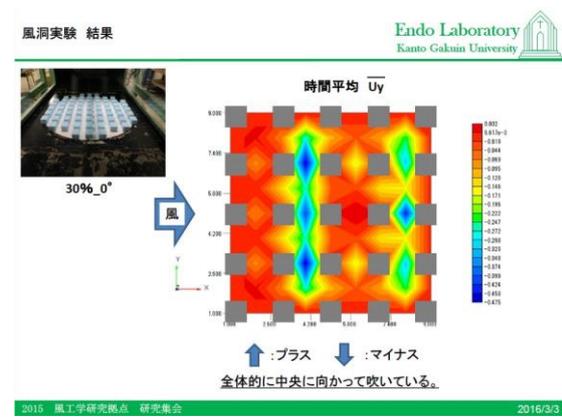
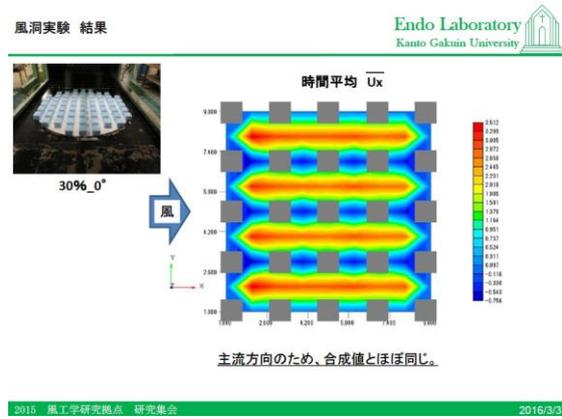
2016 風工学研究拠点 研究会 2016/3/3

2016 風工学研究拠点 研究会 2016/3/3



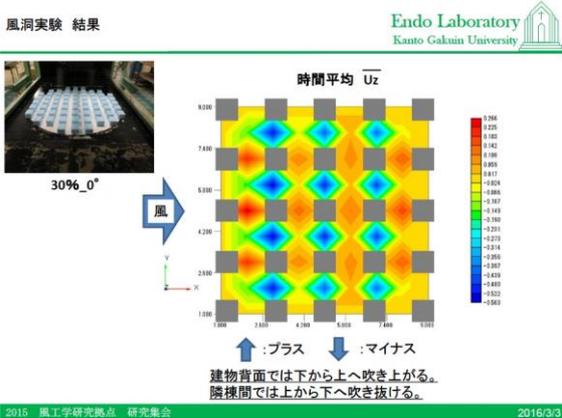
2016 風工学研究拠点 研究会 2016/3/3

2016 風工学研究拠点 研究会 2016/3/3



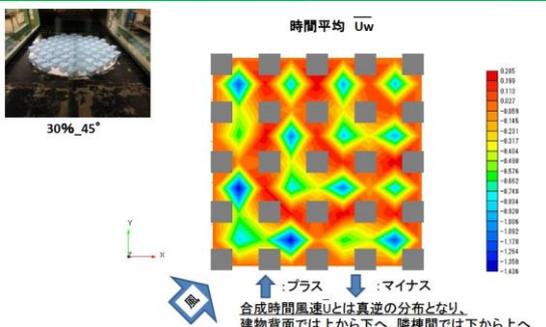
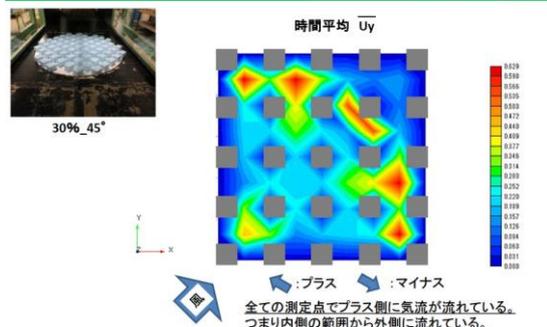
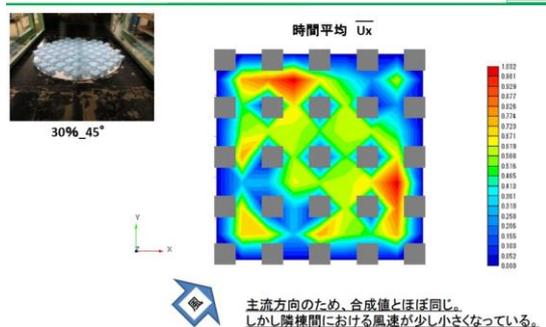
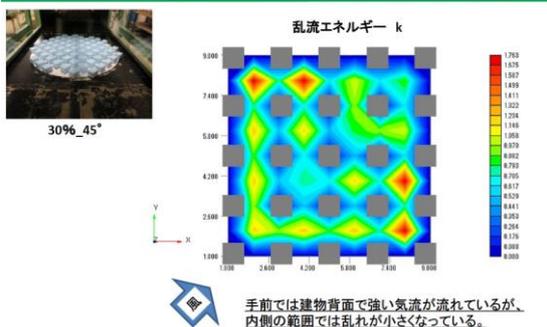
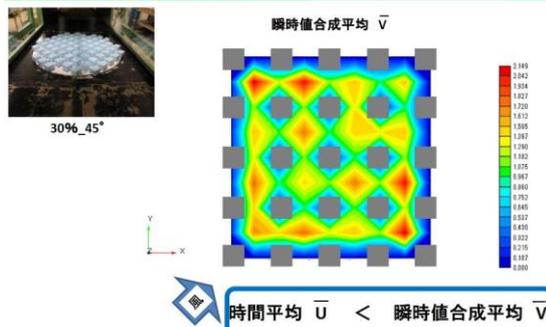
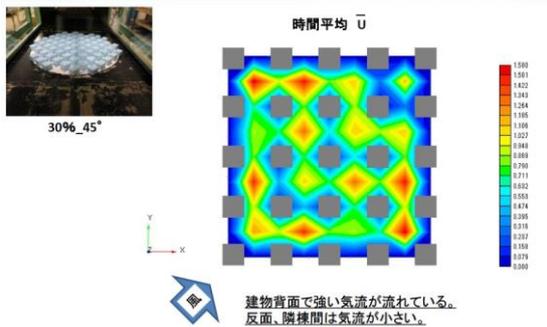
2016 風工学研究拠点 研究会 2016/3/3

2016 風工学研究拠点 研究会 2016/3/3

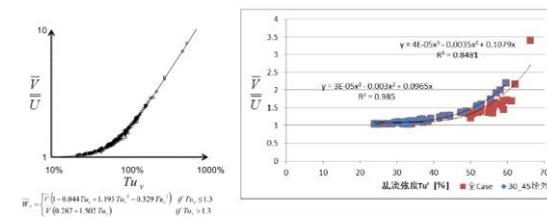


2016 風工学研究拠点 研究会 2016/3/3

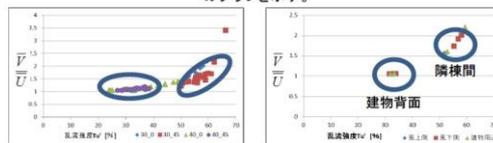
2016 風工学研究拠点 研究会 2016/3/3



次にPopielekの変換式と同様に、  
**横軸に乱流強度 $Tu'$ 、**  
**縦軸に瞬時値合成平均 $\bar{V}$ /時間平均 $\bar{U}$**   
**のグラフを示す。**

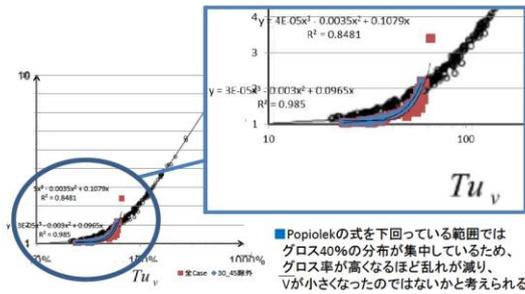


次にPopielekの変換式と同様に、  
**横軸に乱流強度 $Tu'$ 、**  
**縦軸に瞬時値合成平均 $\bar{V}$ /時間平均 $\bar{U}$**   
**のグラフを示す。**

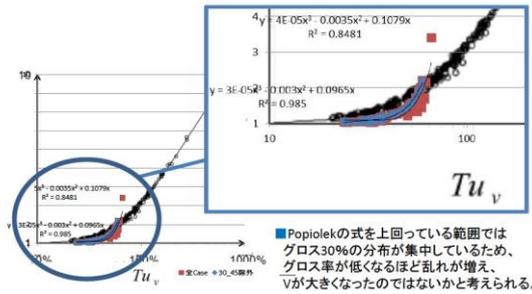


- 各測定Caseごとに見ても、30%\_45°だけが大きくずれていることがわかる。
- 乱流強度 $Tu'$ が小さい範囲は、グロス40%の分布が集中している。
- 風上側、風下側、建物周辺を区別して見ても、ばらついた分布となった。
- しかし建物背面と隣棟間では分布が異なった。

次にPopielekの変換式とグラフを重ねる。



次にPopielekの変換式とグラフを重ねる。



まとめ

- Popielekの変換式を基に、屋外気流に対応した変換式を構築するため、風洞実験による街区を測定した。
- 時間平均した風速と瞬時値を合成して平均した風速では、誤差が発生することを確認した。
- 風向が0° の場合、グロス率に関係なく、隣棟間には主風向の強い風が流れ、建物背面では乱れが起きていた。
- 風向が45° の場合、主風向に関係なく、乱れが複雑になっていた。
- 本実験の風洞実験結果において、Popielekの変換式に近い曲線を得ることができた。しかし、1Caseだけ分布が異なるものがあり、その原因は実験者側の技術力による誤差だと考えられる。

今後の課題

- Popielekの変換式では、大きい乱流強度 $Tu_v$ まで算出しており、今後は模型をさらに大きくするなどして、乱れを大きくしていく必要がある。
- 今回得られた屋外気流対応の変換式を用いて、CFDとの確認が必要である。
- 風向角45° において、どの速度成分の乱流エネルギー $k$ が最も影響するのか、確認する必要がある。

ご清聴ありがとうございました。

## マルチモードダブルスキンによる 自然換気計画及び効果に関する検討

—関東学院大学建築・環境棟を例として—

関東学院大学 遠藤智行 田中英



風工学研究拠点 研究会 2016/03/03

関東学院大学 建築・環境棟(5号館)



## 建築がつくりだす学び

建築・環境棟のデザインで重要なことはそこに実現される空間でも光でもない。この建物から何が学べるかである。これはこれまでの建築設計法からの転換である。

キャンパスプランニングにおけるオーソドックスな手法によるのではなく、身近なレベルでのキャンパス再編。気温や卓越風や近隣建物など周囲の環境に**応答する建物のたたずまい**。こちらにいる私は向こうの空間と繋がっている。至る所は**祝祭空間**であり、今ここに参加していることを体感できる。何でもない環境の記憶を大切に。製図室やスタジオ・研究室に居る時、廊下や階段を歩く時、学生は**日常生活や勉学が空間というものに深く関係している**ことを感じる。空間は**空気の流れや温度の分布**でできた**全体的なもの**である。サステイナブルな**先端技術**を生活レベルで実感する。技術は**人々が参加可能なものであり人間化**できること。学ぶことは**自分を積極的にデザイン**すること。空虛でしかない空間はそれが小さくとも、周囲の人やモノや場を**関連付け**大きな全体環境を**創りだす力**を持っている。

前建築・環境学部長 教授 湯澤正信(基本計画・全体監修)

風工学研究拠点 研究会 2016/03/03

## 建築・環境棟





建物所在地

所在地	神奈川県横浜市
建物用途	大学
建物構造	S造・RC造・SRC造
建物規模	地上5階・塔屋1階
建築面積	846.34m <sup>2</sup>
最高高さ	23.5m
延床面積	3,750m <sup>2</sup>



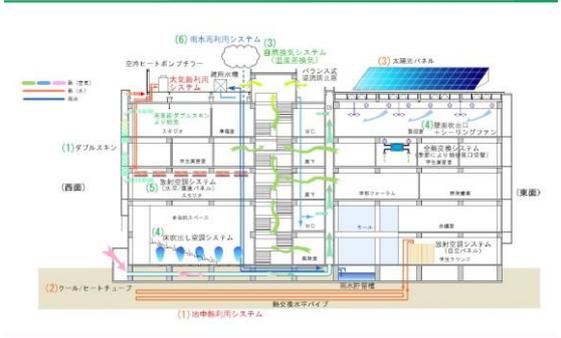
南面外観



西面外観

風工学研究拠点 研究会 2016/03/03

## 建築・環境棟 導入技術概要



風工学研究拠点 研究会 2016/03/03

## 地中熱利用+放射パネル(1階学生ラウンジ)





風工学研究拠点 研究会 2016/03/03

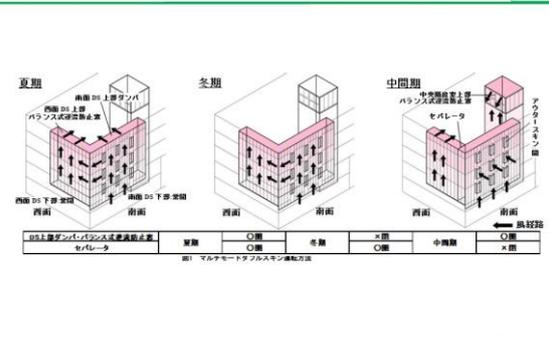
## 放射パネル+対流によるゆらぎ(3階スタジオ)



	水平パネル	垂直パネル
冷却能力	72W/m <sup>2</sup> (84W/枚)	130W/m <sup>2</sup> (26W/枚)
加熱能力	22W/m <sup>2</sup> (26W/枚)	95W/m <sup>2</sup> (18W/枚)

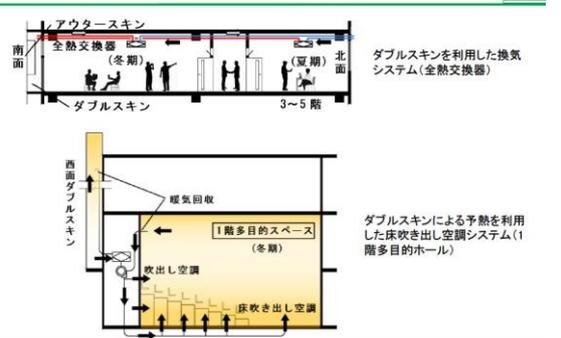
風工学研究拠点 研究会 2016/03/03

## マルチモードダブルスキン(南・西面)



風工学研究拠点 研究会 2016/03/03

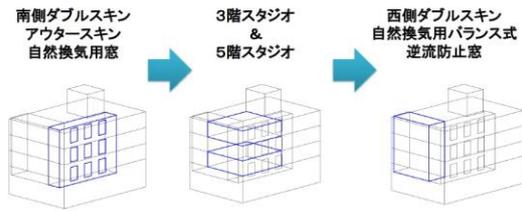
## ダブルスキンを利用した設備



風工学研究拠点 研究会 2016/03/03

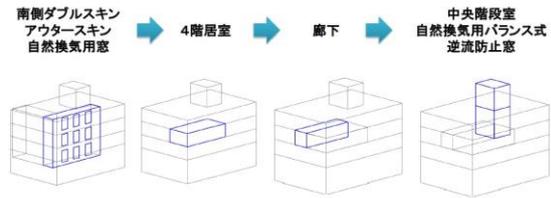
自然換気経路(中間期)

経路1

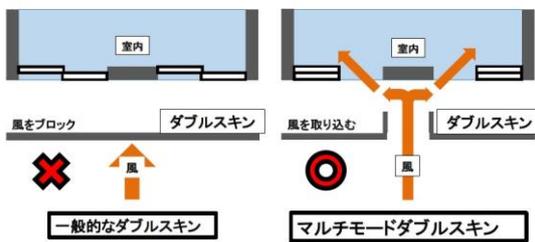


自然換気経路(中間期)

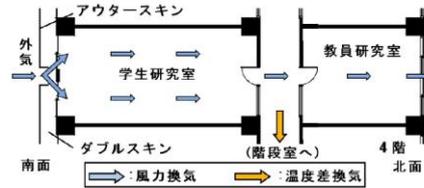
経路2



風力換気の利用



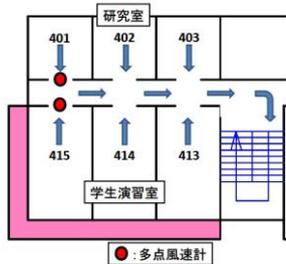
中間期の風力換気



アウタースキン開口部を開放することで、臨海部に吹く屋外気流を効果的に建物内へ誘導

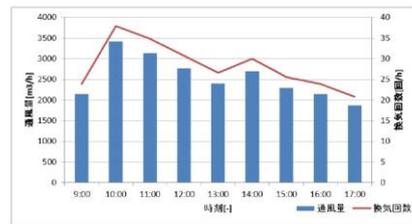
試実測

4階南側・北側研究室の横間に多点風速計を設置して、各居室から廊下へ流出した風速を測定(測定:2015年11月)



試実測

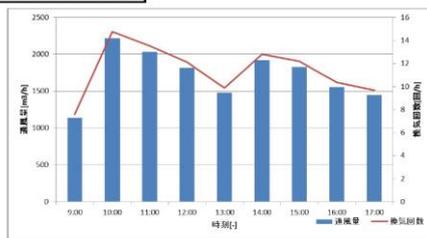
401(教員北側研究室)



平均通風量[m³/h]は、2,539[m³/h]  
平均換気回数[回/h]は、28.1[回/h]

試実測

415(学生南側研究室)



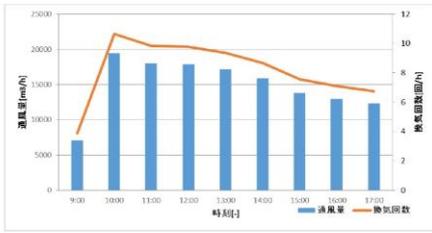
平均通風量[m³/h]は、1,713[m³/h]  
平均換気回数[回/h]は、11.4[回/h]

試実測

同様に中央階段室上部のバランス式逆流防止窓にも多点風速計を設置して、4階全居室から屋外へ流出した風速を測定。

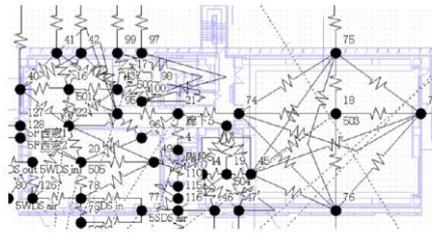


中央階段室上部



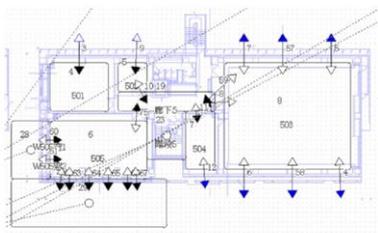
平均通風量[m³/h]は、14,957[m³/h]  
平均換気回数[回/h]は、8.17[回/h]

熱回路網モデル



黒点=熱節点 線=コンダクタンス 点線=同一化

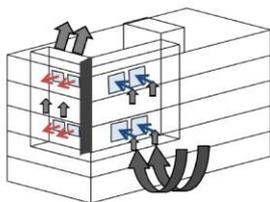
換気回路網モデル



空間囲う線=ゾーン 矢印=流路

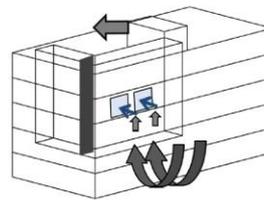
- ケース0: ダブルスキンの有無による室内温度の変化(夏期・冬期)
- ケース1: セパレータの開閉による温度変化(夏期)
- ケース2: 西面排煙窓の大小による風量変化(中間期)  
→ 経路1
- ケース3: 階段室の延長、バランス式逆流防止窓の面積変化による風量変化(中間期)  
→ 経路2

経路1(中間期)



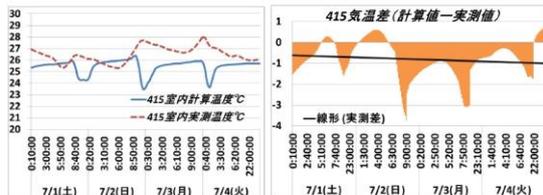
3階、5階スタジオ南面の掃出し窓から流入した気流が、スタジオ西面上部の排煙窓より西面ダブルスキンに流出し、上部のバランス式逆流防止窓から外気に流出する計画となる。

経路2(中間期)



4階では学生演習室南面の掃出し窓から流入した気流が、扉上部の欄間より廊下に流出し、屋上階段室上部のバランス式逆流防止窓から外気に流出する計画となっている。

夏期における自然室温比較

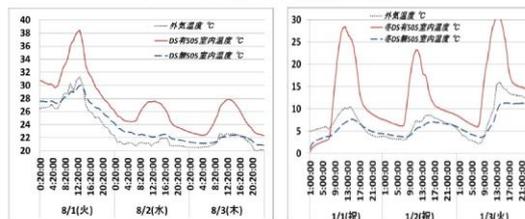


415室内温度変化

415室内温度差

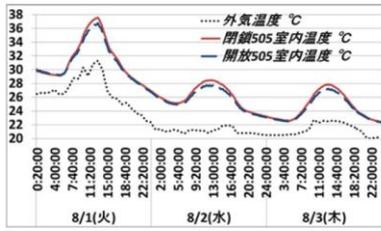
ケース0 結果

ダブルスキンあり・なし 夏期(左)冬期(右)



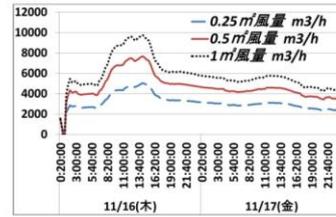
冬期については暖房にかかるエネルギーの削減が期待できる。夏期には室温がかなり上昇しており、ダブルスキン内の空気を効率よく交換し、排熱した上で空調と併用することが必要。

505室内温度(夏期)セパレータ開放・閉鎖

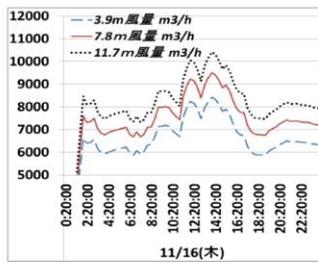


セパレータの有無による室温変化の差は小さく、夏期における開放による大きな効果は確認できなかった

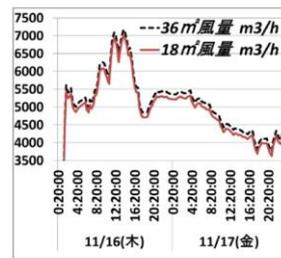
西面排煙窓面積変化時のバランス式逆流防止窓通過風量



階段室の延長



バランス式逆流防止窓の面積拡大による風量変化



- 冬期においてダブルスキンの温室効果が効果的である
- 夏期においてセパレータの違いによる室温変化に大きな違いは見られなかった
- 中間期における自然換気は概ね設計意図通りの気流経路をたどっている
- さらに開口面積の拡大等により、より効果的な自然換気利用が可能である

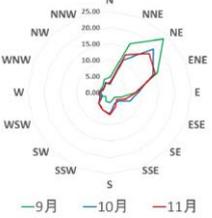
ただし、

- 一部、計算条件等を見直す必要もある

屋上風向風速計

	平均風速 [m/s]
9月	1.17
10月	1.21
11月	1.27
平均	1.22

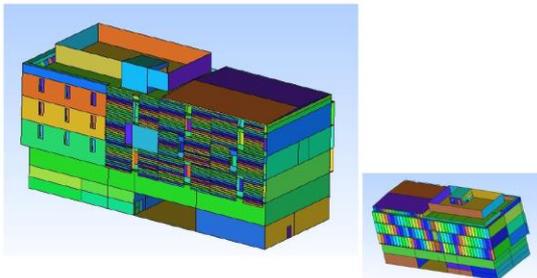
9:00-18:00 風向発生頻度



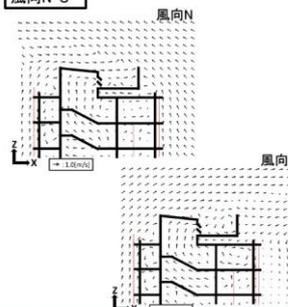
風速は平均風速の1.22[m/s]

風向は発生頻度が高いN-NE  
ダブルスキンがあるS

5号館モデル

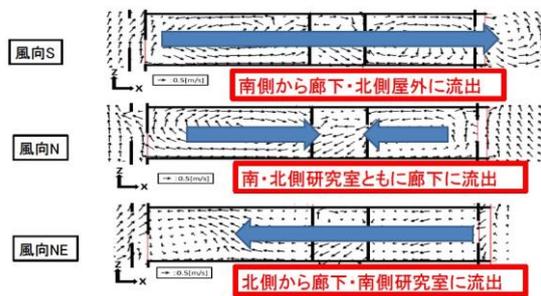
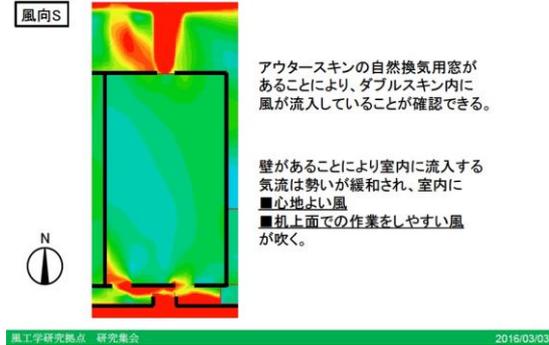


風向N・S



断面  
・風向N、いずれもファーリング等による剥離で、階段室上部の気流は流出し、中央階段室はほぼ同じ流れ場になる。

風向N・Sは  
下階から上階に上昇し  
バランス式逆流防止窓  
から流出している



- 実測
- ・ 春期に本実測を行う。
- 解析
- ・ 各モードにおける詳細な計算
  - ・ アウトースキン自然換気窓を一重回転窓にした場合等、ウインドキャッチャー設置時の検討
  - ・ 欄間サイズの検討
- 風工字研究拠点 研究会 2016/03/03