

# Wind Effects

*Wind Effects on Buildings and Urban Environment*

# News

**Vol.7 June 2005**

Wind Engineering Research Center  
Graduate School of Engineering  
Tokyo Polytechnic University

## INDEX

●平成16年度の研究成果紹介 .....	1
●国際シンポジウム「オフィスの知的生産性研究の 最前線」開催報告 助教授 伊藤一秀 .....	4
●ワークショップ「Workshop between Univer- sity of Nottingham & Tokyo Polytechnic University」開催報告 COE研究員 田中英之 .....	4
●COEオープンセミナー .....	5
●お知らせ .....	6

# 平成16年度の研究成果紹介

## 強風分野（プロジェクト1）

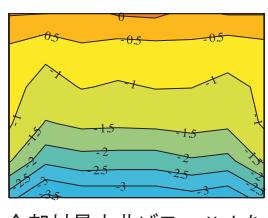
COE プログラムの強風を取り扱う耐風構造分野における研究目的は、建築物の合理的で経済的な耐風設計手法を確立し、都市や建築物の強風災害を低減することである。平成16年度は以下の研究が実施された。

### 強風災害調査

平成16年は日本への台風上陸が過去最高の10件となり、また、ダウンバーストや竜巻など様々な強風災害が発生した。調査した事例は、主なものだけでも11件、13箇所にのぼり、国内外を問わずに実施した。これらの被害の状況は、技術情報室のWebサイトやWind Effects Newsに掲載され、日本風工学会 強風災害研究会、日本風工学シンポジウム等で報告された。

### ユニバーサルな等価静的風荷重分布

提案する「ユニバーサルな等価静的風荷重分布」は、この一つの風荷重分布を静的に作用させることによって、個々に異なるあらゆる部材の最大曲げモーメントや最大剪断力などを、同時に再現できる風荷重分布であり、これまでの常識を遙かに覆す画期的な風荷重分布である。この風荷重分布は、種々の架構形式や建物形式に対してユニバーサルな風荷重分布を算定し、資料を蓄積することによって、より合理的な設計用風荷重分布を風荷重基準や指針などで提示できる可能性がある。2004年度は提案手法の理論構築をおこない、片持ち屋根に関する風洞実験およびそれに基づく応答計算結果を用いて、提案手法の有効性を実証した。



全部材最大曲げモーメントを同時に再現する風力係数分布

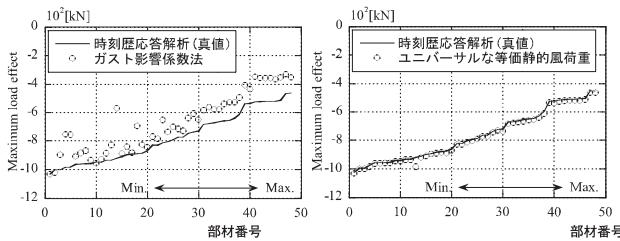
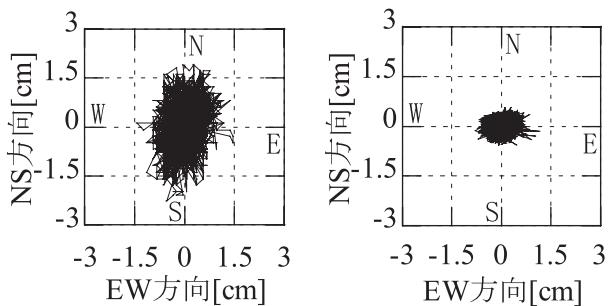


図1 大スパン片持ち屋根のユニバーサルな等価静的風荷重の算定例、従来の手法との比較

### 健全性モニタリングシステム手法・強風防災システムの構築

最新の計測手法であるEpoch by Epoch algorithmを用いたRTD(Real Time Dynamic)-GPSの特性について調べ、従来の手法であるRTK(Real Time Kinematic)-GPSとの精度の比較をおこなった。静止状態での精度について、RTD-GPSによる計測精度が高いことが確認された。また複数の振動モデルにGPSおよび加速度計を設置し、自由振動波形等から同定された構造諸元等の比較、風応答値などを比較し、次ステップとして計画している実構造物への適用可能性を明らかにした。これらの風応答のデータは、複数のGPSの計測値であってもLANを通じてリアルタイムにモニタリングされるシステムであり、都市における建物群の風応答を把握し、強風災害を未然に防ぐシステムの可能性を検討した。



(a)RTK-GPS(従来の手法) (b)RTD-GPS(新しい手法)  
図2 静止状態に対する計測手法による精度比較

### 台風シミュレーション

インドにおけるサイクロンの発生状況、被害防止のための対策について調査を実施した。また、2003年の台風14号による宮古島の強風について台風モデルや局地風況モデルを用いた解析をおこない、台風時の強風場を精度良く予測するモデルに関する検討を行った。

### 竜巻の室内実験

室内実験装置としてトルネードデモンストレータを開発し、竜巻状旋回流の流れ場の性質を調べた。計測装置として、逆流も評価可能なレーザードップラーフlow速計を導入し、既往実験との比較を通して、実験装置のスケールの影響や、地表面粗度が流れ場に与える影響を明らかにした。



図3 竜巻デモンストレータによる可視化実験の様子

#### 瓦屋根の空気力学的特性に関する調査

住宅の基本的耐風性を評価するため、切妻屋根に作用する風圧力の調査、屋根葺材としての瓦屋根の耐風性に関する基礎的調査が行われた。その結果、屋根に作用する風圧特性が明らかとなった。さらに、瓦に作用する風力を風洞実験で得られた風圧力分布から評価し、分布風力を実際に最大9箇所の瓦に載荷可能な加力装置を開発した。

#### APEC諸国における対風構工法に関する調査

東南アジア地域の気象データの収集、同地域の住宅構法とその特徴に関する基礎的な文献調査を実施した。さらに東南アジア地域の研究者との連携により、建築物を特徴付ける生産・施工方式に関する調査を実施するとともに、インドネシアおよびベトナムでは、建物耐風性に関わる建物サブシステムの現地調査を行った。

#### 数値流体解析に関する研究

次の項目に関して研究を行った。1) 従来のスタッガードグリッドから Maliska タイプのグリッドシステムへの変数変換。2) 乱流モデル（標準 Smagorinsky モデル、動的 SGS モデル、混合 SGS モデル）や数値モデルの有効性の確認（東京工業大学 田村哲郎研究室との共同で実施）。3) 流体と構造物の連成計算を実施するための流入気流生成モデルの構築。4) 一般曲線座標系を用いたコロケートグリッドシステムのプログラミング実施。

#### 風力・風圧力データベースの構築

大スパン構造物の屋根形状として採用されることの多いアーチ型および球形屋根形状、および一般低層住宅の屋根形状として採用されることの多い切妻、寄棟屋根に関する風圧実験を実施し、風圧係数の統計量に関するデータベースを作成した。これらのデータは、技術情報室の Web サイトに掲載されアクセス可能な状態となっている。

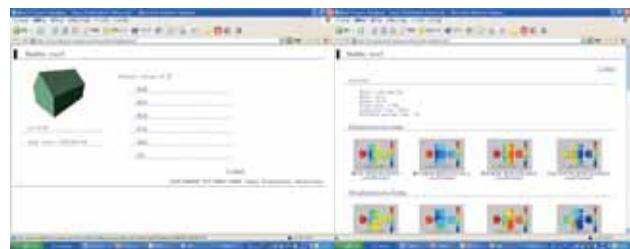


図4 Webで公開された風圧・風力データベース

### 適風分野（プロジェクト2）

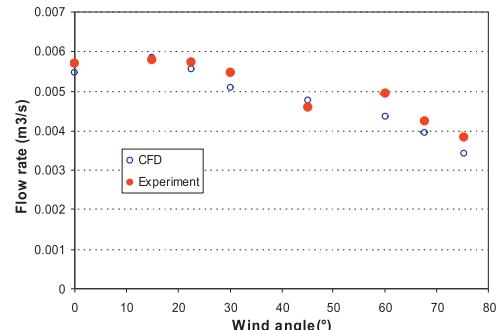
適風換気分野を取り扱うプロジェクト2では、「自然通風エネルギーの利用促進のための通風開口部設計法の開発」について取り組んでいる。平成16年度に得られた研究成果の一部を以下に紹介する。

#### 通風時における窓周り状況別にみた室内気流性状の実測

通風時における住宅の窓周り状況は、防虫のために網戸を設置し、外界からの視線防止や日射遮蔽のためにカーテン、ブラインドを閉めることが多い。従って、通風時における居住者の気流感や熱的快適性を評価する際に、様々な窓周り状況を通過する気流性状について把握しておく必要がある。風通しが比較的良好な南に面する研修所の宿泊室において、夏季に実測を行なった。6種類の窓周り状況別に実測した結果、窓周り直後において、平均風速、乱れの強さ、及び渦の大きさは、窓周り部材による気流抵抗の影響を大きく受けることが判った。

#### RANS系乱流モデルによる通風開口部の複雑気流の解析

LES 数値解析による通風気流構造の理論的解明を行った。しかし、LES 解析は過大な計算負荷を生じるので、計算負荷の小さな RANS 系乱流モデルでの適合性を検討した。モデルは標準  $k-\omega$  型、RNG  $k-\omega$  型、標準 SST  $k-\omega$  型及び SST  $\omega$  型の4タイプである。この中で SST  $k-\omega$  型は建物端部で乱流エネルギー増大が生じるもの、開口部近傍の流れを再現し、通風量の予測精度は LES 解析と同等の結果が得られた。

図5 SST  $k-\omega$  モデルによる通風量の予測

### 通風局所相似モデルの適用限界に関する検討

横風方向の接線動圧と法線方向の換気駆動圧の比が定まれば、局所的に気流の力学的相似性が流入開口部近傍で成立することを、周囲に建物のない単独模型について、風洞実験で検証した。次に、建物が隣接し、開口部に作用する気流がより複雑になった場合について検討し、「通風気流の局所相似モデル」の有効性を確認した。

### 弱風分野（プロジェクト3）

プロジェクト3では、人体周りの微気象問題から、シックハウス等の室内空気汚染問題あるいは建物近傍での汚染物排出問題、地域熱供給プラントから市街地に排出される汚染ガス問題など室内から都市域にわたる空気汚染問題を総合的に取り扱う。本プロジェクトでは、室内空気環境と屋外空気環境の2つのフィールドに分けて空気汚染問題に関する研究を推進しており、室内空気環境分野では、室内化学物質空気汚染問題に着目し、室内に形成される化学物質濃度分布の事前予測手法を開発すると共に濃度低減手法を提案することを最終目的としている。屋外空気環境分野では、市街地レベルにおける汚染質拡散問題に着目し、風洞実験ならびに数値解析（CFD）により汚染質拡散に関する基礎データを蓄積すると共に汚染強度の予測モデルの開発を最終目的としている。以下に平成16年度に実施した研究成果の一部を示す。

#### 室内空気環境分野

室内空気汚染の対策は、汚染質の発生源コントロールと気中に放散された汚染質の移流・拡散コントロールの2方向からのアプローチが可能である。平成16年度は、汚染質の発生源コントロールに関する研究として、室内に存在する真菌類から放散されるMVOC成分の測定を行うと共に、MVOC放散量の温湿度依存性に関する検討を行った。また、気中の移流・拡散制御に関する研究では、人体周辺微気象の詳細解析ならびに呼吸域空気質の詳細解析を行うことを目的として、実人体を詳細に再現したVirtual Manikinのグリッドデータベースを作成した。更に単純なモデル室内を対象としたベンチマークテストを行うことで、その環境予測精度の検証を行った。

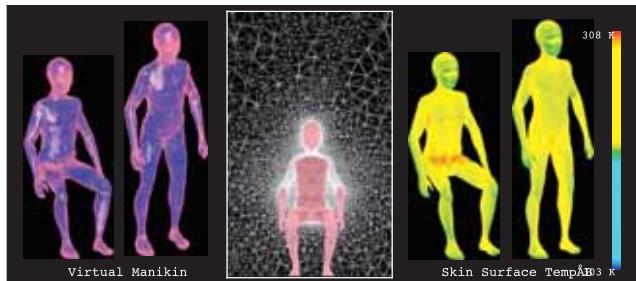


図6 Virtual Manikinのグリッドデータベース

#### 屋外空気環境分野

多様で複雑な都市域でのCFDによる汚染質拡散問題予測の実用化に向け、平成16年度は、その第1段階として、既往の風洞実験結果を対象として、RANS系乱流モデルである標準  $k-\epsilon$  モデル (STD) および改良  $k-\epsilon$  モデル (Launder-Kato(LK), Re-Normalization Group(RNG)) によるCFD解析を行い、汚染質拡散予測の精度を検証した。

その結果、RNGモデルを用いた非定常解析では、周期的に変動する剥離渦による揺らぎの影響が再現され、建物の背面濃度の解析値と実験値は近い値を示すが、他の2つのモデルでは周期的な渦が再現されず、建物背面濃度を過大評価することが確認された（図7）。今後は大気安定度を考慮した精密な濃度拡散風洞実験（風速変動、濃度変動、温度変動の同時測定）を実施し、数値モデルの構築に反映させる乱流構造、熱輸送構造、濃度輸送構造を明らかにする。またこの風洞実験結果との比較により、RANS系の乱流モデルの適用性を明らかにするとともに、高精度LESモデルを開発してその予測精度を検証する。開発した数値モデルと風洞実験を併用して、都市建物群内の汚染質防除方法を検討する。

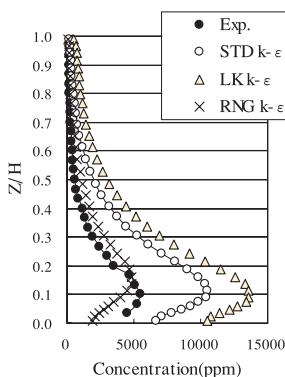


図7 建物背面平均濃度

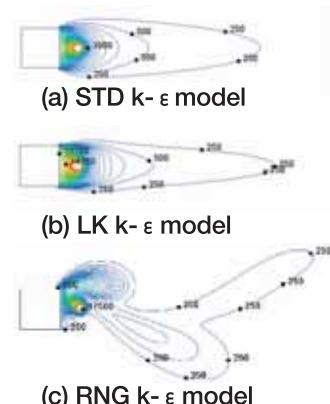


図8 建物背面瞬間濃度

# 国際シンポジウム「オフィスの知的生産性研究の最前線」開催報告

助教授 伊藤一秀



2005年4月12日に日本建築会館 大ホールにて国際シンポジウム「オフィスの知的生産性研究の最前線」が開催された。このシンポジウムは空気調和・衛生工学会「ワークプレイス プロダクティビティ小委員会」、慶應義塾大学 COE プログラム「知能化から生命化へのシステムデザイン」ならびに、東京工芸大学 COE プログラム「都市・建築物へのウインドインフルエンス」の3機関の共催によるもので、オフィスにおける知的生産性研究の最新情報と今後の研究動向に関する最新の知見の共有化を目的として開催された。

シンポジウムでは、村上周三教授（慶應義塾大学）より開催挨拶ならびに本シンポジウム開催の趣旨説明が行われた後、David P. Wyon 教授（デンマーク工科大学）より「Productivity research in theory and in practice. Current status

and future challenges」、P. Wargocki 博士（デンマーク工科大学）より「Air quality effects on the performance of office work. A paradigm for studies of indoor environmental effects on productivity」と題した講演が行われた。更に川瀬貴晴教授（千葉大学）より空気調和・衛生工学会「ワークプレイス プロダクティビティ小委員会」での話題を中心に国内における知的生産性研究の動向が紹介された。

また、シンポジウムの締めくくりとして、田辺新一教授（早稲田大学）をコーディネーター、村上周三教授、D.P. Wyon 教授、P. Wargocki 博士、横山禎徳氏（イグレック）、岡本章氏（鹿島建設）をパネリストに迎えたパネルディスカッションが開催され、本シンポジウムのキーワードである「知的生産性」の定義から今後の展望まで、広範囲で活発な議論が行われた。

シンポジウム開催が年度初め4月の平日であったにも関わらず 137名の参加があり、また、大変活発な質疑応答も行われ、大盛況であった。



## ワークショップ「Workshop between University of Nottingham & Tokyo Polytechnic University」開催報告

COE研究員 田中英之



ノッティンガム大学 (School of the Built Environment, School of Civil Engineering) と東京工芸大学 (大学院建築学専攻) の共催で『Workshop between University of Nottingham & Tokyo Polytechnic University』が2005年4

月25日～26日にかけてイギリスのノッティンガム大学で行われた。ノッティンガム大学の Built Environment や Civil Engineering は、イギリスの学部別評価でも1位にランクインされるなど、非常に優秀な大学である。その学内には緑が多く、煉瓦造の建物と調和してとてもんびりとした空間が広がっていた。しかし、タバコのポイ捨てがOKというの是非常に意外であった。

今回のワークショップの目的は、①各大学での現在の研究活動の情報交換と②共同研究のための計画の具体化であったため、1日目に各大学のメンバーによる現状の研究活動のプレゼンテーション、2日目に共同研究に関する打ち合わせが行われた。

1日目は、S. B. Riffat 教授（ノッティンガム大学）、小林信行学長（東京工芸大学）によるプレゼンで幕を開けた。その後、1)Natural ventilation design, 2)Hybrid ventilation, air-conditioning, cooling/heating, 3)Air pollution, 4)Wind environment の分野でプレゼンテーションが行われた。発表者は各大学から7名ずつであったが、義江龍一郎教授（東京工芸大学）はひとりで3タイトルものプレゼンを行うなど大活躍であった。聴講者としてはノッティンガム大学の職員、学生を合わせて30名程度が参加していた。各プレゼンテーション終了後の質疑の際、または休憩時間においても各大学間

で情報交換が行われ、①の目的は十分に果たすことができたといえる。ワークショップ終了後には、ノッティンガム大学の方々とテーブルを囲んで夕食をともにし、楽しいひと時を過ごすことができた。

2日目は、和やかな雰囲気の中、今後の共同研究テーマについて意見の交換が行われた。その結果、1)Natural ventilation, 2)Air purification, 3)Air pollution in urban environment, 4)Wind environment around buildings in relation to high-rise buildings and façades, 5)Wind turbine and building integration, 6)Unsteady CFD modeling, 7)Thermal comfort (Human comfort) の7テーマについて各担当者で具体的に打ち合わせを進めていくこととなった。最後に両大学間で覚書が交わされ、本ワークショップは目的を達成して、無事終了した。



ノッティンガムの街並み



ノッティンガム大学キャンパス



プレゼンテーション風景（1日目）



夕食会風景



打ち合わせ風景(2日目)



覚書の締結（左:Riffat教授、右:小林学長）

## COEオープンセミナー

本COEプログラムでは、どなたでも参加できるCOEオープンセミナーを開催しています。これまでに開催された内容を以下にご紹介します。

**第24回** 2005年2月26日(土) 14:00-16:00  
於:東京工芸大学厚木キャンパス APEC強風防災センター2階 セミナー室

■ 講演者

Prof. Zhongdong Duan  
(Harbin Institute of Technology, China)

■ 講演タイトル

Some new vibration-based damage detection methods:  
flexibility and wavelet analysis approach



**第25回** 2005年3月11日(金) 10:00-13:00  
於:厚木ロイヤルパークホテル (会場:2階 晩)

■ 講演者

Prof. Giovanni Solari  
(Genoa University, Italy)

■ 講演タイトル

Wind engineering activities  
at Genoa University



**第25回** 2005年3月11日(金) 10:00-13:00  
於:厚木ロイヤルパークホテル(会場:2階 晩)

## ■ 講演者

Prof. Ahsan Kareem  
(Notredome University)

## ■ 講演タイトル

Equivalent Static Wind Loads on Structures: Some New Insights



## ■ 講演者

松本 勝 教授  
(京都大学)

## ■ 講演タイトル

フラッターに関する新しい知見



**第26回** 2005年3月30日(水) 16:20-17:20  
於:東京工芸大学厚木キャンパス APEC強風防災センター2階 セミナー室

## ■ 講演者

Dr. Algirdas Kudzys  
(リトアニア共和国特命全権大使)

## ■ 講演タイトル

Lithuanian architecture and structural design in face of aggressive climate changes



COEオープンセミナーの予定は、本学COEホームページ(<http://www.arch.t-kougei.ac.jp/COE/>)でご覧いただけます。

また、過去のセミナーの模様も、ストリーミングで視聴することが出来ます。

## お知らせ

### The 4<sup>th</sup> International Symposium on Computational Wind Engineering (CWE2006)

開催日：2006年7月16日-19日

会 場：パシフィコ横浜

主 催：日本風工学会(JAWE)・東京工芸大学COEプログラム

後 援：International Association for Wind Engineering (IAWE)

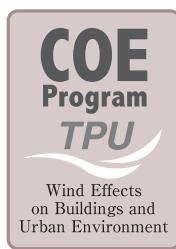
本シンポジウムは、風工学への数値流体力学の適用に関して、最新の成果を報告し、技術の交流を図ることを目的とし、以下を主な話題として開催されます。

数値シミュレーション手法／乱流モデル／大気境界層風のシミュレーション／  
気象シミュレーション(台風、竜巻、ダウンバーストなど)／Monte Carlo シミュレーション／メソスケール気象モデル／  
複雑地形上の流れ／建物周囲の風環境問題／プラフボディ周りの流れ／建築物の空気力学／橋梁の空気力学／  
風と構造物の相互作用／風による振動／歩行者レベルの風環境／室内/屋外の空気汚染問題／  
CFD検証用の実測試験／CFD検証用の風洞試験／その他のコンピュータ補助を必要とする風に関する問題  
なお、詳細は下記アドレスのWebページをご覧ください。  
<http://www.wind.arch.t-kougei.ac.jp/cwe2006/index.html>

#### 【主要日程】

Abstracts (200 words)	September 30, 2005
Notification of Acceptance	December 31, 2005
4-page Extended Abstracts due	March 31, 2006
Early Registration	May 31, 2006
Symposium	July 16-19, 2006
Notification of Selected Papers	September 30, 2006
Full-papers due (selected papers)	December 31, 2006

参加申し込み・問い合わせ先  
東京工芸大学 CWE2006 事務局  
〒243-0297 神奈川県厚木市飯山1583  
Email:cwe2006@arch.t-kougei.ac.jp  
Tel/Fax:046-242-9656



---

## 21世紀COEプログラム『都市・建築物へのウインド・イフェクト』メンバー

### 工学研究科 建築学専攻

田村 幸堆 教授 (拠点リーダー)	強風災害低減システムの構築	yukio@arch.t-kougei.ac.jp
大場 正昭 教授	通風設計法の開発	ohba@arch.t-kougei.ac.jp
義江龍一郎 教授	市街地の大気汚染防除	yoshie@arch.t-kougei.ac.jp
大野 隆司 教授	対風構工法の開発	oono@arch.t-kougei.ac.jp
大熊 武司 客員教授	耐風設計法の構築	ohkuma@arch.kanagawa-u.ac.jp
松井 正宏 助教授	強風予測手法の開発	matsui@arch.t-kougei.ac.jp
伊藤 一秀 助教授	室内空気汚染制御	ito@arch.t-kougei.ac.jp

---

東京工芸大学工学研究科 風工学研究センター

〒243-0297 神奈川県厚木市飯山1583

TEL & FAX 046-242-9540 URL: <http://www.arch.t-kougei.ac.jp/COE>