

# 東京工芸大学 風工学研究センター

文部科学省 共同利用・共同研究拠点

## 研究施設紹介



# 構造用乱流境界層風洞

超高層建築物や大スパン構造物などの構造骨組や外装材の合理的な耐風設計や風揺れによる居住性能評価など風に関連する種々の問題を解決するために、2種類の境界層乱流風洞を用いて、各種風洞実験を行うことが可能です。

## [大型乱流境界層風洞仕様]

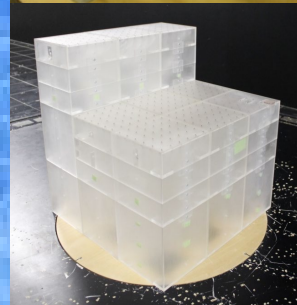
- ・測定胴の幅2.2m, 高さ1.8m, 長さ19m
- ・風速 0.5~15m/s

## [中型乱流境界層風洞仕様]

- ・測定胴の幅0.9m, 高さ0.9m, 長さ14m
- ・風速 0.5~14m/s

## [計測機器]

- ・多点同時風圧計測システム(384ch)
- ・6分力動的天秤
- ・サーミスタ風速計(96ch)
- ・可視化用レーザーシート
- ・振動天秤
- ・熱線風速計



風洞実験模型



大型乱流境界層風洞



風洞実験の様子



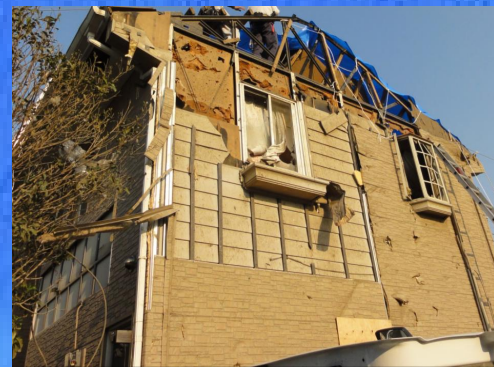
中型乱流境界層風洞

# 外装材用耐風圧性能試験機

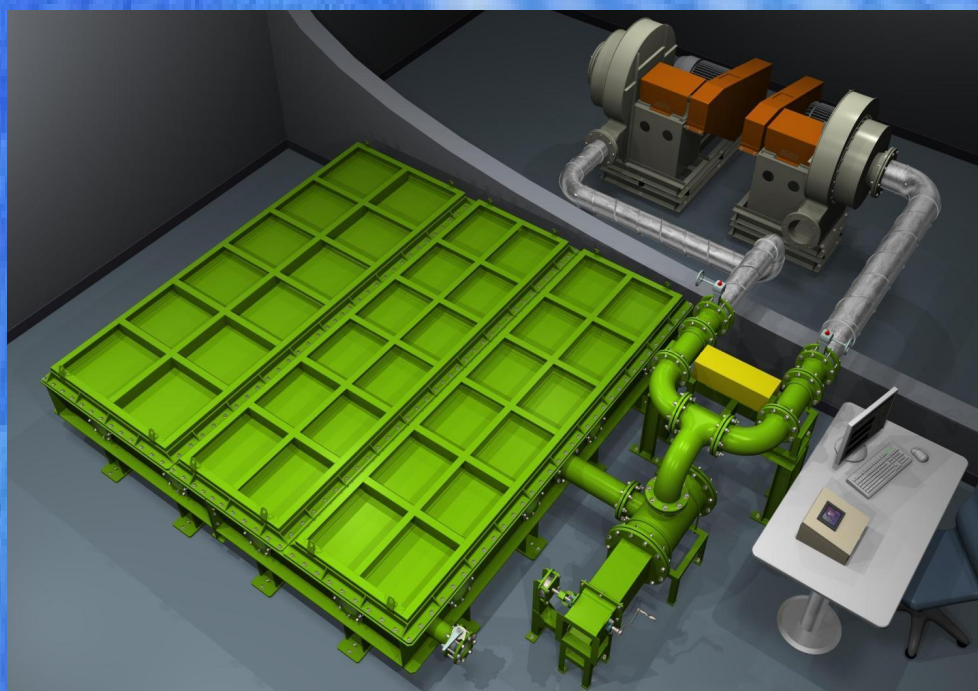
竜巻などの突風や台風などの強風により被害を受ける外装材が非常に多く見られます。外装材に作用する風荷重の評価は風洞実験により行うことができますが、その外装材の破損や脱落について検討するには、それらの外装材の耐風圧性能を把握することが必要不可欠となります。本実験装置は実物大の外装材を設置し、それらに正圧、負圧を静的、動的に作用させることで破壊プロセスを含めて耐風圧性能を評価することができます。

## [外装材用耐風圧性能試験機仕様]

- ・試験体設置可能寸法: 3m × 3m
- ・加圧範囲: -10kPa ~ 10kPa
- ・加圧方法: 静的加圧, 正弦波加圧, ランダム加圧



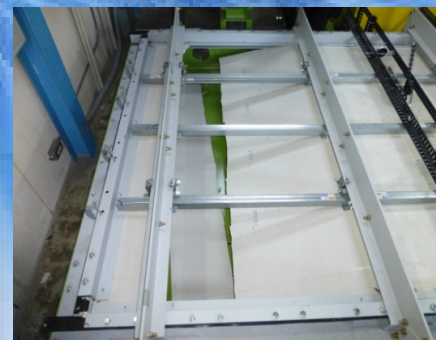
外装材被害事例



外装材用耐風圧性能試験機の外観



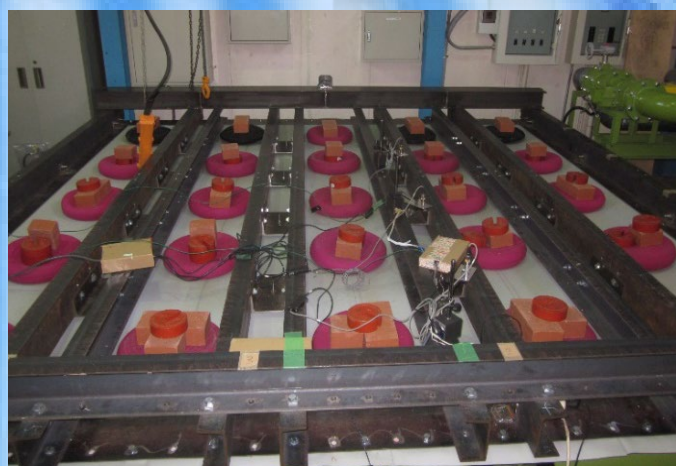
軒天井の破壊の様子



軒天井の耐風圧性能試験



試験体の設置の様子



機械固定的工法防水システムの耐風圧性能試験

# 竜巻状気流シミュレータ

竜巻被害等の対策のためには、現象を理解し、複雑な流れ場において物体に作用する風圧力の性質を調べなければなりません。

東京工芸大学竜巻状気流シミュレータは、自然界に見られるような移動する竜巻状流れ場を再現することが可能です。さらに、収束層高さや、移動速度等、様々な条件を変化させ、性質の異なる竜巻状渦を発生させることも可能です。

## 移動可能上昇流発生装置

- ・リニアモータ移動最大速度: 4m/s
- ・上昇気流発生装置幅: 1700mm
- ・上昇気流孔: 410mm
- ・上昇流速: 6.5m/s
- ・昇降可動床

## 計測システム

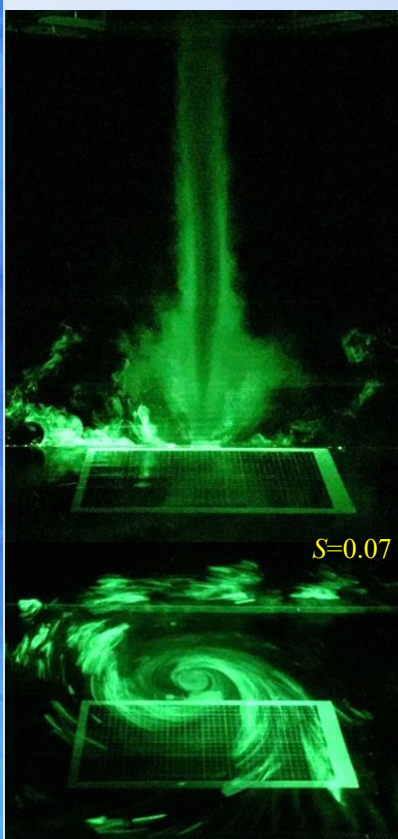
- ・可視化システム(H<sub>2</sub>O mist)
- ・風圧計測システム(256ch.)
- ・風速計測システム(hotwire probe, thermistor probe, PIV)



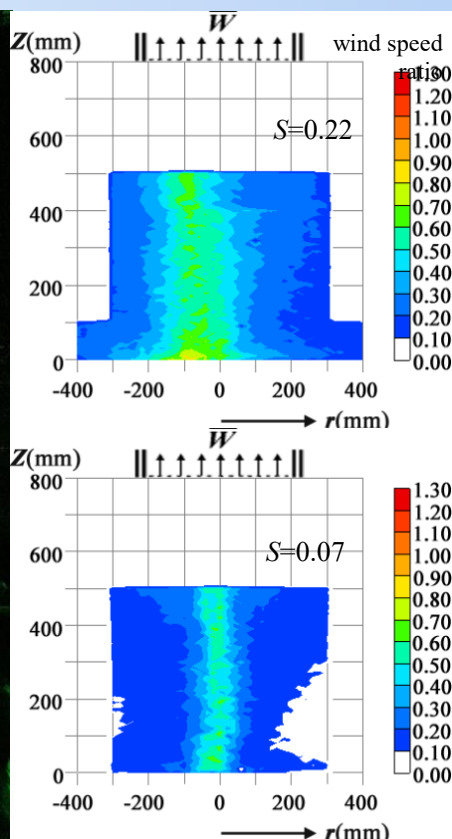
北海道門別町の竜巻被害 2004年



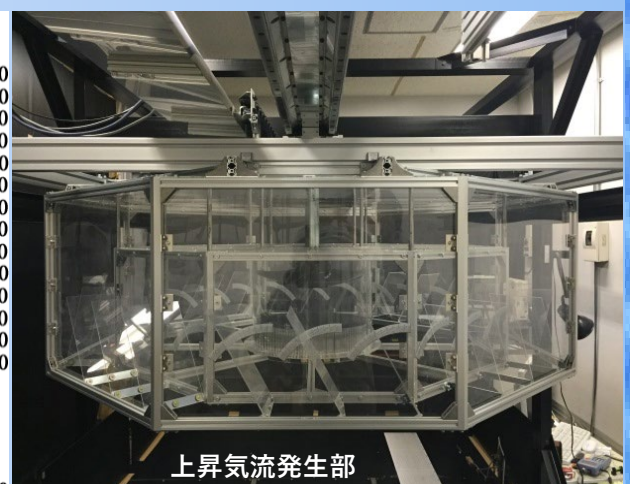
埼玉県越谷市の竜巻被害 2013年



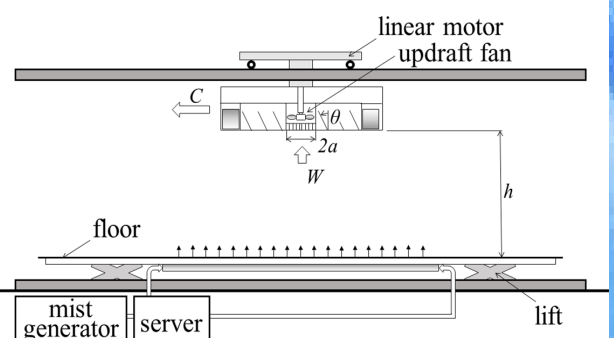
竜巻状気流の可視化



風速測定結果



上昇気流発生部



竜巻状気流発生装置

# 飛散物衝撃試験装置(エアーキャノン)

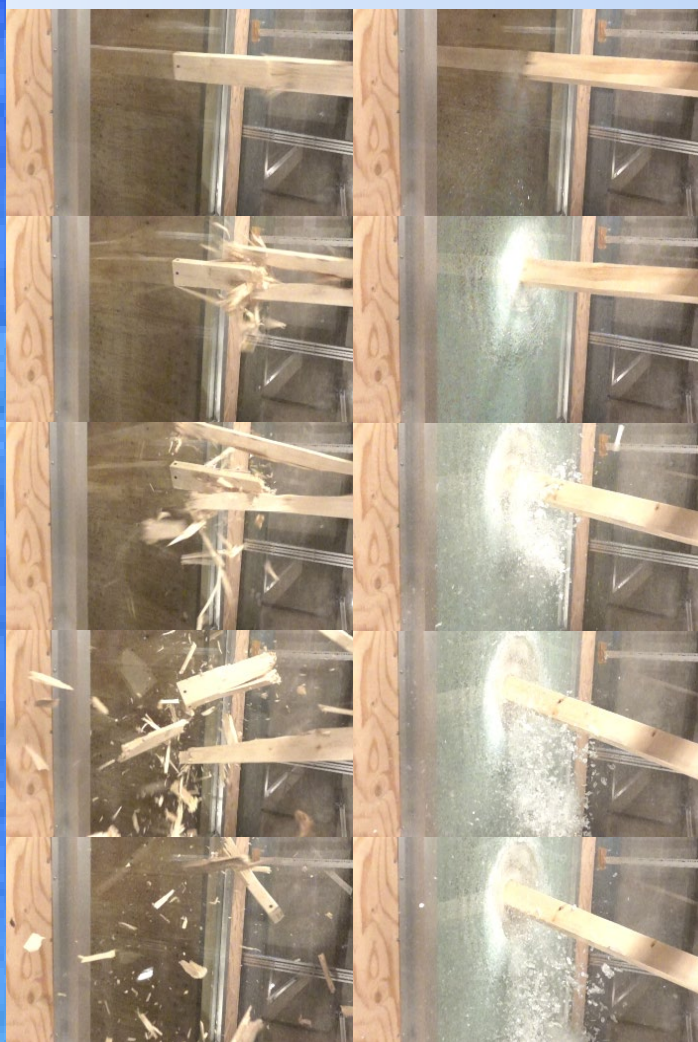
台風や竜巻による高速度(～100m/s)の飛散物体を再現し、外壁材や窓ガラスの衝撃試験を行う装置。



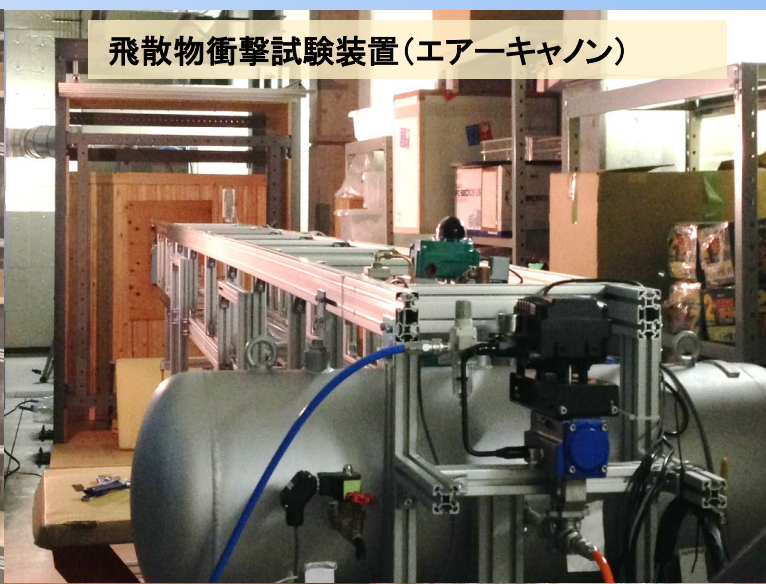
竜巻により木材が飛来物として外壁に貫入  
(2004年北海道厚賀)



竜巻により屋根ふき材が飛来物として外壁に衝突  
(2006年 宮崎県延岡市)



飛散物衝撃試験装置(エアーキャノン)



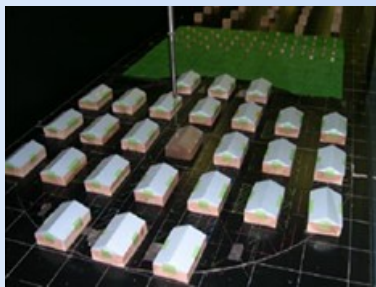
2×4の角材を高速度(30-60m/s)で射出する実験例  
樹脂をラミネートして強化された合わせガラスでは、飛来物に対する耐衝撃性を示した。(写真左)

# TPU風工学データベース (https://werc.t-kougei.ac.jp/TPUdatabase.html)

## TPU空カデータベース

下記の実験結果が公開されており、研究者・実務者・学生などが自由に使用することができる国際的なデータベースである。異なる実験パラメータ(建物平面、建物高さ、地表面粗度区分など)が選択でき、実験結果として圧力コounterだけでなく、風圧係数の時刻歴データ(Matlabファイル)もダウンロード可能である。国内外の規準や設計資料作成の際に参考にされているデータベースで、全世界からのアクセスされている。

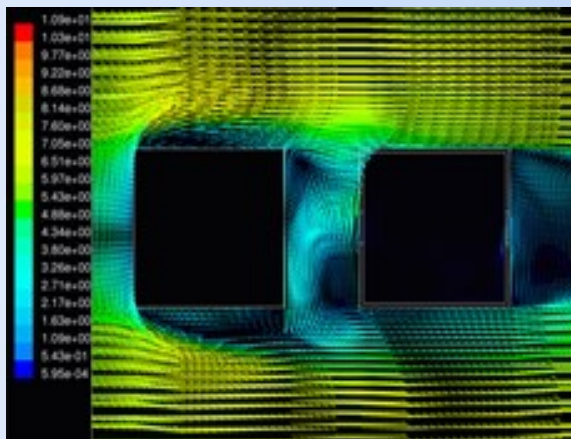
- 高層建築物空カデータベース
- 複数の高層建築物空カデータベース
- 低層建築物(軒無し)空カデータベース
- 低層建築物(軒有り)空カデータベース
- 密集低層建築物の空カデータベース
- ユニバーサル等価静的風荷重データベース



密集建築物の空カデータベース

## 通風, 換気データベース

住宅の風速ベクトルや室内気流特性に関して、CFD解析により得られた結果を基に作成されたデータベースである。



通風・換気データベース

**Aerodynamic Database of High-rise Buildings**

**Introduction**

An aerodynamic database has been constructed by the Tokyo Polytechnic University as one part of the Wind Effects on Buildings and Urban Environment, the 21st Century Center of Excellence Program, funded by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan. Present work is the high-rise building part of the aerodynamic database. Its objective is to provide structural design engineers with wind tunnel test data of wind loads on high-rise buildings. 22 models of high-rise buildings were tested. Contours of statistical values of local wind pressure coefficients, graphs of statistical values of area averaged wind pressure coefficients on the wall surfaces and time series data of point wind pressure coefficients for 394 test cases are shown on this web site. These data can be used to calculate local wind pressures, area averaged wind pressure coefficient on wall surfaces, and even wind induced dynamic responses of high-rise buildings. The aerodynamic database of high-rise buildings can be queried from the lower part of this webpage.

The vertical profiles of incoming flow are shown in this [pdf](#) file.

**Query of test results**

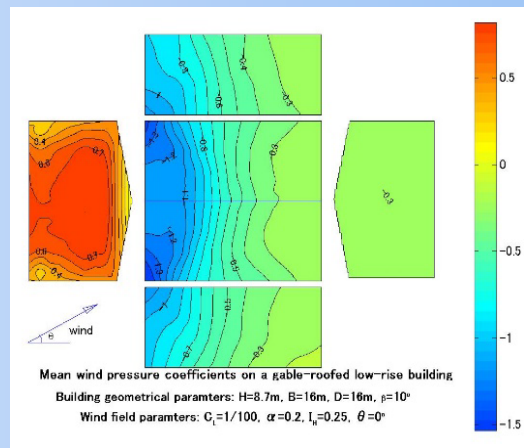
Please select model on the list (Breadth:Depth:Height\_Test type)

Query of test results

Breadth:Depth	1:1
Breadth:Height	1:1
Alpha parameter determining the exposure factor	1/4

TOP BACK OK

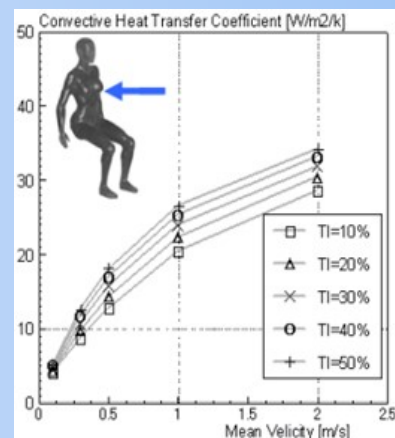
TPU空カデータベース



低層建築物の空カデータベース

## 屋内/屋外の空気環境データベース

数値人体モデルや、建物周りの流れ・温度・濃度に関する実験データベースである。



屋内環境データベース

# 温度成層風洞

気流温度と床面温度を制御し大気安定度を変化させることができる特殊な風洞です。送風機、温度成層装置、床面加熱冷却装置、気流冷却装置、熱源装置等で構成されています。

異なる大気安定度条件での汚染物質や危険物質の拡散や、都市のヒートアイランド現象などをシミュレートすることができます。

## 温度成層風洞仕様

- ・測定胴の幅1.2m, 高さ1.0m, 長さ9.4m
- ・風速 0.2~2m/s
- ・気流温度12°C~60°C, 床面温度9°C~80°C

## 計測機器

- ・高応答炭化水素計(FID)
- ・熱線・冷線校正用風洞
- ・熱線風速計、冷線温度計、高精度差圧計
- ・粒子イメージ流速計測(PIV)システム
- ・スプリットフィルム、冷線、FIDを用いた、風速、温度、濃度の同時測定システム

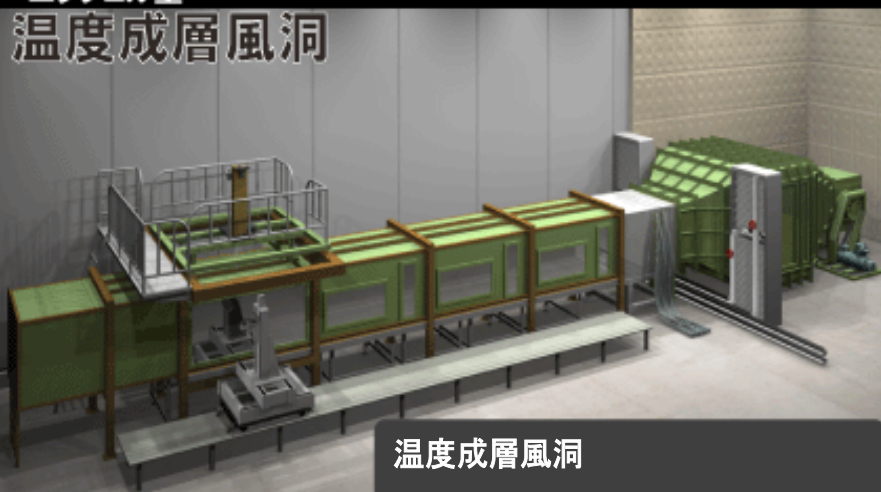


大気汚染物質の拡散



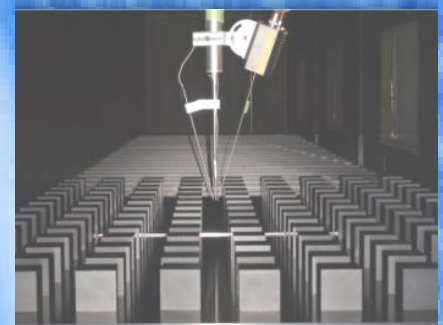
密集市街地の風通しの悪化に伴う熱や汚染物質の滞留

## エッフェル型 温度成層風洞

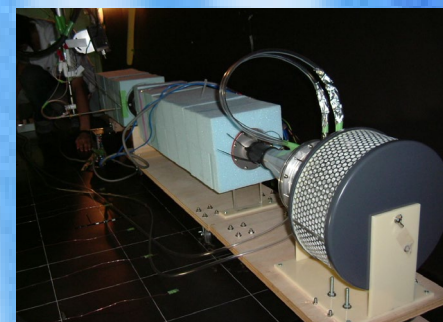


### 温度成層風洞

風速 : 0.2~2m/s  
測定胴 : 1.2m(W) x 1.0m(H) x 9.4m(L)  
気流温度 : 12~60°C  
床面温度 : 9~80°C



風速、温度、濃度の同時測定システム



熱線・冷線校正用風洞

# 環境実験用中型乱流境界層風洞

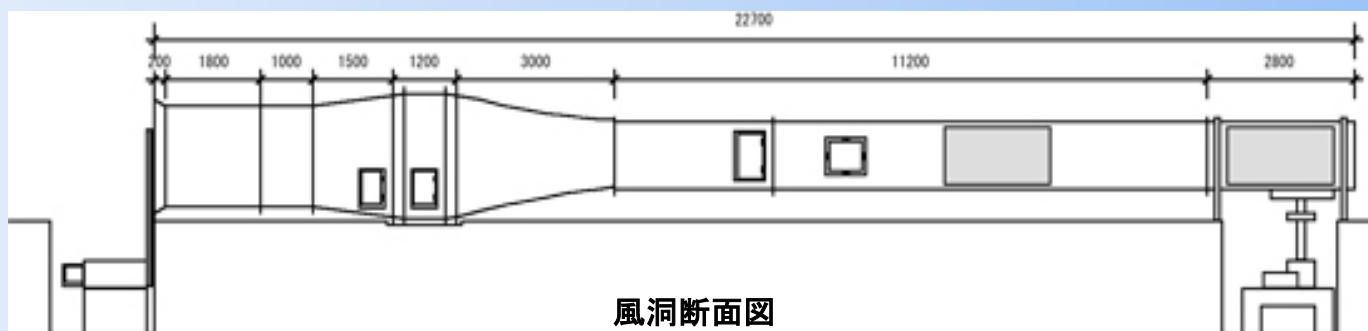
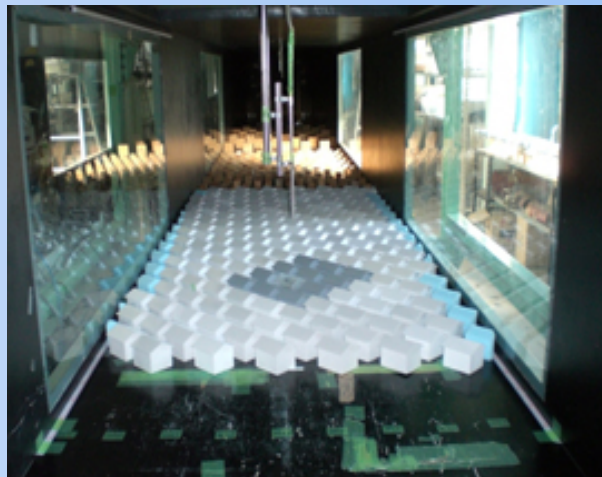
建物内の自然換気や、高層建物まわりのビル風、汚染物質・危険物質の拡散等をシミュレートすることができる乱流境界層風洞です。

## 中型乱流境界層風洞の仕様

- ・測定胴の幅1.2m, 高さ1.0m, 長さ14m
- ・風速 0.5~18m/s

## 計測機器

- ・高応答炭化水素計(FID)
- ・熱線風速計、高精度微差圧計
- ・多点風圧計測システム
- ・粒子イメージ流速計測(PIV)システム



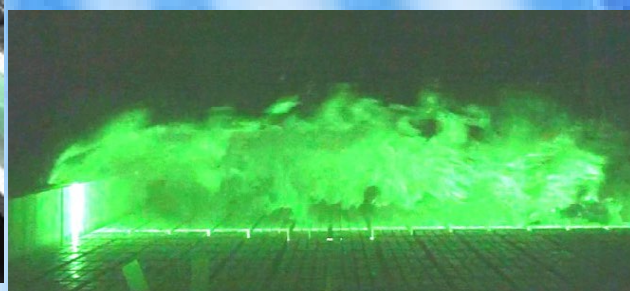
風洞断面図



ガス拡散の風洞実験



建物内の通風換気実験



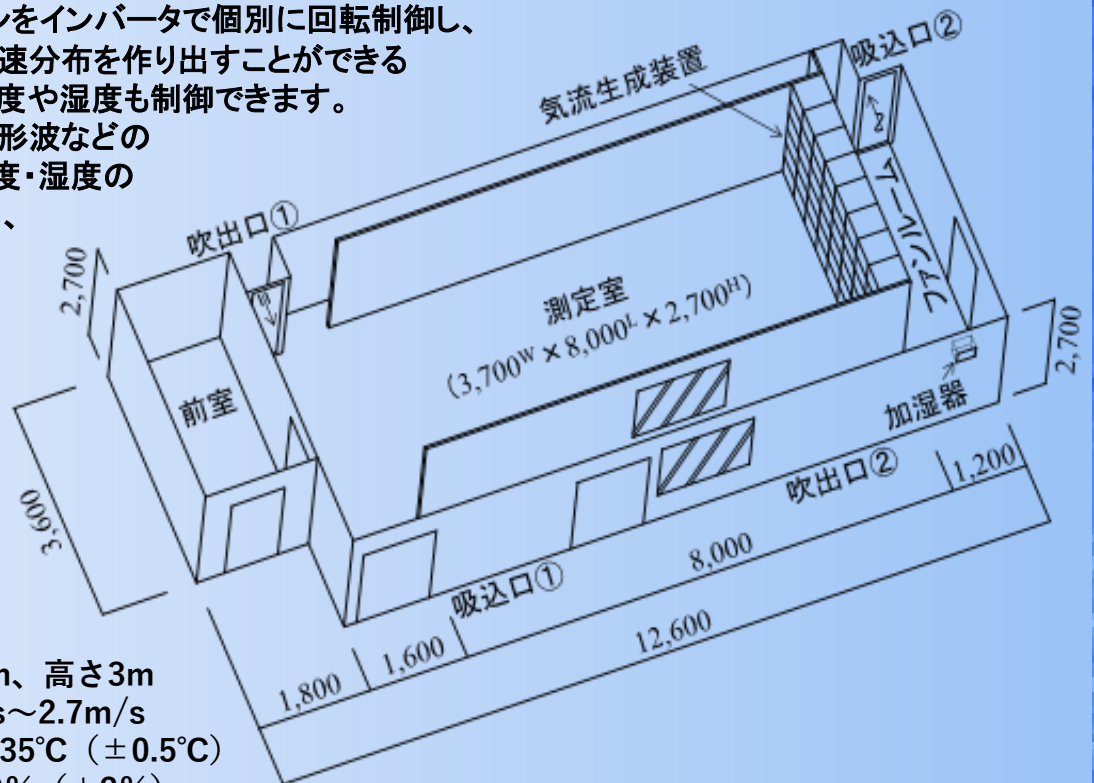
高層ビル群が作り出す流れ場の可視化実験



# アクティブ制御マルチファン人工気候室

48台のプラグファンをインバータで個別に回転制御し、任意の風速変動・風速分布を作り出すことができる特殊な装置です。温度や湿度も制御できます。

自然風やSin波・矩形波などの変動風を再現し、温度・湿度の制御と組み合わせて、各種環境の気持ち良さや覚醒度、知的生産性等を検討できます。

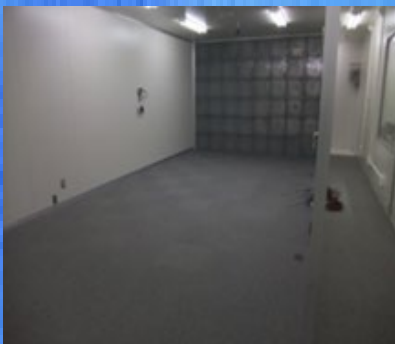


## 人工気候室仕様

- ・幅5m、長さ11m、高さ3m
- ・風速範囲0.1m/s~2.7m/s
- ・温度範囲20°C~35°C (±0.5°C)
- ・湿度範囲40~70% (±2%)

## 主な用途

- ・自然通風時の温冷感、快適感に関する被験者実験
- ・放射・対流・デシカント空調時の温冷感、快適感に関する被験者実験
- ・風速変動、温度変動が知的生産性に及ぼす影響に関する被験者実験
- ・サーマルマネキンを使った人体周りの気流可視化実験
- ・実大吹出口を用いた空調吹き出し気流の計測、可視化実験
- ・発汗サーマルマネキンを使った人体温熱生理モデルの検証実験



測定室



気流生成装置



被験者実験の状況

# 発汗サーマルマネキン

身長168.5cmのアジア人男性の体形を模擬し、顔 頭 胸 腹 肩 背中 上腕 前腕 臀部 大腿 下腿 手足 の計20の部位ごとに、表面温度・発熱量および、発汗量を制御できる。

温度制御方法は、部位別に表面温度制御のほか熱流束制御、コンフォートモード制御が可能。

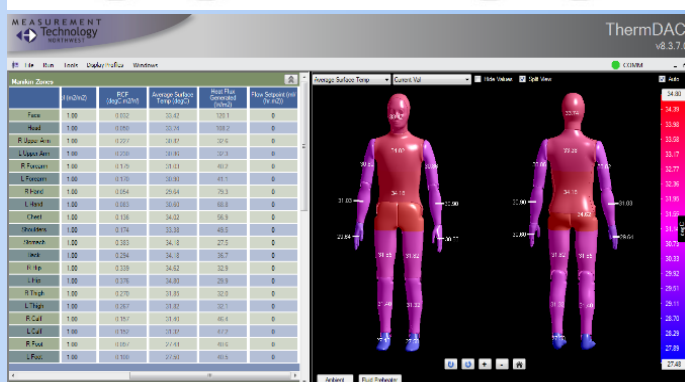
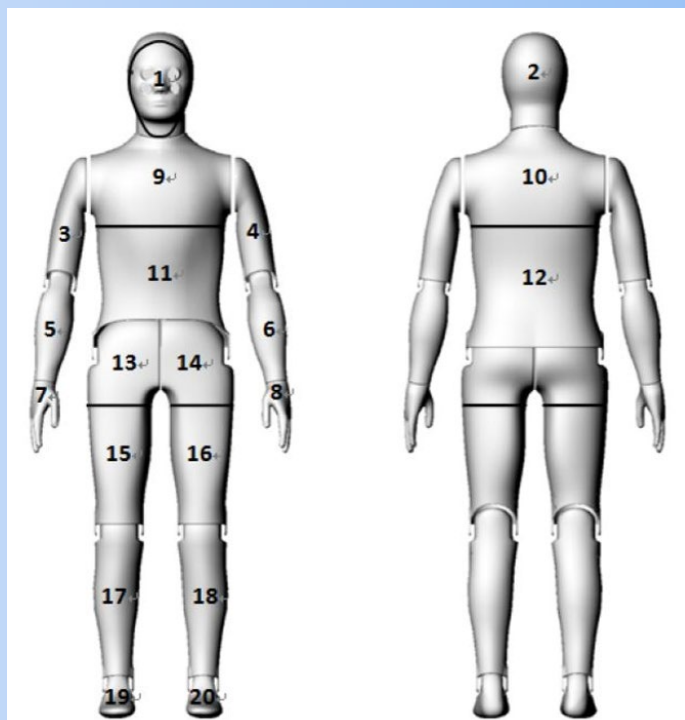
発汗は139か所の発汗孔からの蒸留水を特殊スキンで拡散し蒸発させることで再現。発汗量も部位別に制御可能。

## 発汗サーマルマネキン仕様

- ・米国MTNW社製Newton20-Zone Sweating Thermal Manikin
- ・身長 168.5cm、体重30kg
- ・最大発熱量 800W/m<sup>2</sup>
- ・最大発汗量 1000ml/(hr・m<sup>2</sup>)
- ・湿度範囲30~90%(±2%)

## 主な用途

- ・人体温熱生理モデルの検証実験
- ・各種着衣の熱抵抗・透湿抵抗の測定実験
- ・各種空調室内の温熱環境評価やパーソナル空調システムの評価
- ・各種空調方式や人体姿勢・着衣状態による人体周りの熱伝達率測定実験
- ・各種空調方式や人体姿勢・着衣状態による人体周りの気流・可視化実験



着衣状態



裸体を模擬した発汗実験の状況

# 共同利用・共同研究拠点運営組織

風工学研究拠点の目的は、これまで培ってきた風工学に関する先端的な知見およびユニークな実験施設を国内外で広く活用することで、我が国の風工学と関連学術分野のさらなる基盤強化と発展、人材育成に貢献することです。その目的を達成するため、本学風工学研究センターに、共同利用・共同研究拠点運営委員会を設置しています。

## 共同利用・共同研究拠点運営委員会

(学外委員, 五十音順, 敬称略)

大熊 武司	神奈川大学名誉教授, 神奈川大学客員研究員
加藤 信介	東京大学特命教授・名誉教授, 工学院大学非常勤特任教授
河井 宏允	京都大学名誉教授, 東京電機大学客員教授
倉渕 隆	東京理科大学 工学部 学部長, 教授
富永 禎秀	新潟工科大学 建築・都市環境学系, 教授(風・流体工学研究センター長)
持田 灯	東北大学 大学院 工学研究科, 教授
八木 知己	京都大学 大学院 工学研究科, 教授
山田 均	横浜国立大学名誉教授, 関東学院大学客員教授
和田 章	東京工業大学名誉教授

(学内委員, 順不同)

水谷 国男	教授(風工学研究センター長)	通風・室内環境分野
義江 龍一郎	教授	屋外環境分野
松井 正宏	教授	強風防災分野
吉田 昭仁	教授	強風防災分野
金 容徹	教授	強風防災分野
山本 佳嗣	准教授	通風・室内環境分野
玄 英麗	助教	屋外環境分野
田村 幸雄	東京工芸大学名誉教授・重慶大学教授, プログラムコーディネータ	

## 主な共同研究機関

(国内大学, 高専, 五十音順)

足利大学	神奈川大学
関東学院大学	京都大学
高知大学	東海大学
東京大学	東京工業大学
東京理科大学	東北大学
徳島大学	常葉大学
豊田高専	名古屋大学
新潟大学	新潟工科大学
日本女子大学	防衛大学
武蔵野大学	明治大学
早稲田大学	

(海外大学, 順不同)

北京交通大学(中国)	ノートルダム大学(米国)
重慶大学(中国)	ジェノバ大学(イタリア)
同济大学(中国)	ウエスタン・オンタリオ大学(米国)
釜山大学(韓国)	インド工科大学(インド)
淡江大学(台湾)	

(民間企業, 五十音順)

大林組	風工学研究所
清水建設	大成建設
竹中工務店	東急建設
前田建設工業	

(公的研究機関, 五十音順)

国土交通省国土技術政策総合研究所

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構

# 共同利用・共同研究拠点内担当者

(2021年4月現在)



教授 水谷国男  
研究施設代表者  
風工学研究センター長  
通風・室内環境分野



教授 義江龍一郎  
屋外環境分野



教授 松井正宏  
強風防災・  
耐風構造分野



教授 吉田昭仁  
強風防災・  
耐風構造分野



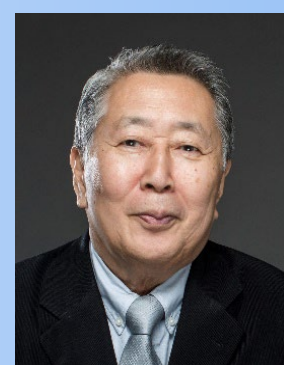
教授 金容徹  
強風防災・  
耐風構造分野



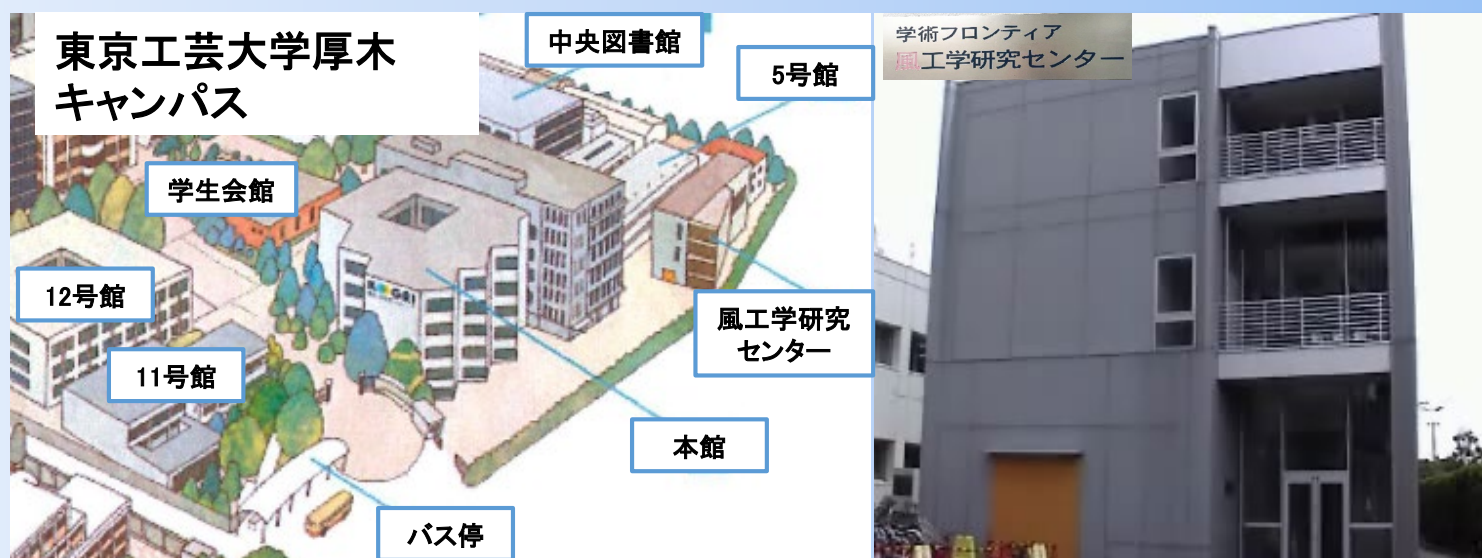
准教授 山本佳嗣  
室内環境分野



助教 玄英麗  
室内環境分野



拠点プログラム・  
コーディネータ  
田村幸雄  
東京工芸大学  
名誉教授



東京工芸大学 風工学研究センター

共同利用・共同研究拠点 〒243-0297 神奈川県厚木市飯山1583

TEL:046-242-9658

E-mail: [collaborate@arch.t-kougei.ac.jp](mailto:collaborate@arch.t-kougei.ac.jp)