

# 風に強い建築物を造り 安全・快適な住環境の創造を目指す

東京工芸大大学院 工学研究科 田村幸雄研究室

世界の自然災害による被害の大半は、強風、及びそれに起因する水害によって引き起こされる。世界屈指の台風大国であり、都市には高層ビルが、住宅地では木造家屋が密集する日本において、強風災害への対策は特に重要な問題だ。東京工芸大の田村幸雄教授は、「風工学」の第一人者として強風に耐える建築物の設計を手掛けると共に、国連機関やNGOなどと連携して、アジアにおける強風災害の低減にも取り組んでいる。

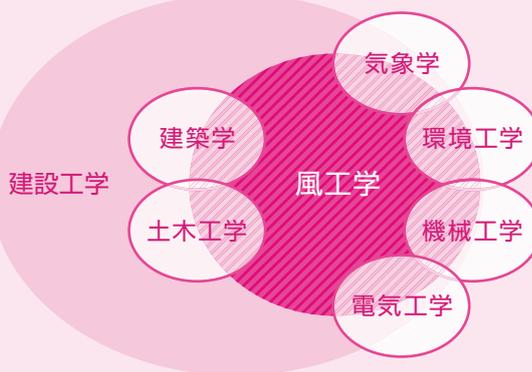
## フローチャートで分かる田村研究室

### 大学院生の 主な出身分野

工学（建築・土木）

◎大学院生の出身分野は建築・土木工学が多く、そのほかには航空工学や電子工学の出身者もいる。博士課程はほとんどが外国人で、短期の研究員も合わせると、韓国、中国、台湾、フィリピン、マレーシア、バングラデシュ、ベトナム、インド、オーストラリア、イタリア、アメリカなど十数か国から集まっている。

### 研究にかかわる 学問分野と研究内容



◎風工学は、風に強い建物の設計や強風災害の低減などについて研究する「耐風分野」、通風・換気など風資源の有効利用や大気汚染対策などについて考える「環境分野」に分かれる。建築・土木工学を土台とするが、自然現象と各種構造物、及び人間が対象であるため、気象分野や機械分野、社会工学分野などとの共同研究も多い。政策提言や防災活動にもかかわるため、行政庁や国際機関、NGOとの連携も欠かせない。

### 研究成果と 社会のかかわり

風災害の防止

風資源の活用

環境保全

住宅・都市計画

政策への提言

など

◎風に強い建築物の設計、台風やハリケーンなどによる風災害の低減、自然エネルギーの活用による省資源化、大気汚染の改善、研究内容の法令やガイドラインへの反映など多岐にわたる。

## 必要なのは人間、環境、資源への「愛情」

風工学分野が求める学生像

人間・環境・資源への愛情

未知の分野へのチャレンジ精神

クリエイティブなことへの興味・関心

良い論文を書いて有名になりたい、一流企業に入りたい。若い頃はそうした野望があっても当然ですし、それがモチベーションとなるのは悪いことではありません。しかし、風工学の研究のモチベーションは、何よりも「愛情」であってほしいと思います。

台風やハリケーンの被災地に行き、被害者の遺族に接すると、災害の恐ろしさや悲惨さ、何よりも人の命の尊さを思わずにはいられません。たとえ命が助かっても、体に障がいを負い生きていく人も大勢います。我々の技術で一人でも多くの人を助けたい、尊い人命を救いたい。そうした愛情こそが高い目標に向かって努力し続ける大きな力になるのです。自身の名声だけを追っているようでは長続きしませんし、本物の研究成果を上げることは出来ません。

また、風工学は未成熟な学問分野です。「この分野は自分が切り開く!」というチャレンジ精神に溢れた人、クリエイティブなことに興味がある人にも目指してほしいと思います。何より人類・地球への愛を持った方が一人でも多く風工学の分野に進むことを望んでいます。

**高校生へのメッセージ** 自分のしたいことに好きなように取り組める時期は、人生の中でそう多くありません。今は、自分が一番興味のあることに打ち込んでみてください。一方で、学校の学習にしっかり取り組むことも重要です。基礎学力の獲得に向けて地道に努力した経験は、自分の人生の筋道を立てる時に大きな糧となるからです。



田村幸雄 教授 Tamura Yukio

東京工芸大工学部教授。東京工芸大グローバルCOEプログラム拠点リーダー。早稲田大学院理工学研究科建築工学専攻修了。㈱MUSA研究所で建築構造設計に従事した後、東京工芸大に着任、現職。アメリカ、ノースカロライナ州、ボールドウィン大学、オハイオ州、オハイオ州立大学などで客員教授を務める。国際風工学学会会長。日本建築学会賞、日本風工学学会賞、米国土木学会の Jack E. Cernak Medal など、受賞歴多数。

### 研究概要

## 風に強い建築物の設計、居住性の向上などを追究

建築物の安全という「耐震性」を思い浮かべる人がほとんどでしょう。しかし、日本も含めて世界の自然災害の大半は、台風や竜巻などの強風、それに伴う水害によるもので、死者数や経済的損失は地震より多いのです。

私の研究分野は風工学の中でも「耐風工学」といい、風に強い建築物の設計、強風による揺れの抑制、揺れが人間に与える影響などを研究しています。風に対する検討が重要になる建物は、高さ200メートル以上の超高層建築、スタジアムや体育館、工場など空間の大きな建築物、ドーム球場のような軽い建物などです。これらの建物は、地震による力よりも風による力の方が重要になるのです。

風に強い建物を造るには、固く重くしなければなりません。逆に、耐震性を高めようとすると、軽く柔らかい構造にする必要があります。日本は地震・台風ともにそのレベル

は世界トップクラスですが、解決策は正反対です。ここに日本の建築の難しさがあります。

また、強度は十分でも、高い建物の場合は風による揺れに悩まされる場合があります。高層建築によって発生するビル風の問題もあります。風工学の見地から解決しなければならぬ問題はたくさんあるのです。

### 研究の広がり

## 風災害対策のため 国連機関や NGO と連携

研究では、仮説を立て、実験・解析を行い、論文に仕上げるまで数年かかることもあります。それが法令やガイドラインとして採用され、その

技術によって建物が造られるのは、更に10〜20年も先のことになります。そこで私たちは、建築物や都市計画などに、研究成果を直接的に反映する活動にも力を入れています。一つは、風災害低減のための防災活動です。2008年、約14万人もの死者・行方不明者を出したミャンマーのサイクロンを見ても分かる通り、強風による災害は必ず大規模な水害を伴い、それらが複合して被害を拡

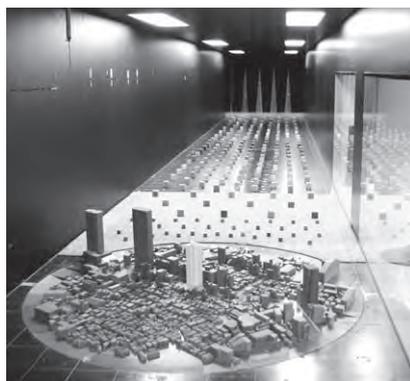


写真 研究室にある風洞実験装置。7つの風洞があり、風工学の研究環境としては世界屈指だ

大させます。しかも、そうした被災者の大半は貧困層です。災害で家や家畜を失った人々は更に貧困になり、再び災害に見舞われた時、被害はより甚大となります。この負の連鎖を断ち切り、災害から一人でも多くの人を救えるよう、アジア各国の政府へ政策提言を行い、現地で人道支援や防災活動に取り組む国連機関やNGOを技術支援しています。

また、大型建築のプロジェクトに加わり、設計会社や施工会社に耐風技術の供与もしています。例えば、東京都墨田区に建設中の東京スカイツリーのプロジェクトに、耐風設計のアドバイザーとして参加し、実験手法やデータ解析の指導などを行ってきました。

東京スカイツリーほどの高さになると、地震よりも圧倒的に風への対策が重要になります。東京タワーの2倍近い高さの鉄塔が誕生するわけですから、我々研究者にとっても未知のことばかりです。上空の風の特性など分かっていることは山ほどあります。事前に現地の風を観測し、10種類以上の風洞実験を行い、世界中からさまざまなデータを採集するなど、出来る限りの努力をしています。すべてがチャレンジですが、だからこそやりがいも大きいのです。

### 研究を志したきっかけ

## 「適性」は努力の積み重ねから生まれる

私と風工学との出会いは偶然でした。高校時代は数学と美術が好きで、両方の特技を生かす分野はないかと考え建築学に進みました。修士課程時代に耐震について研究していたところ、研究室でたまたま風圧の測定をするようになりました。私がその担当となり、高層建築といえは霞が関ビルくらいで、建築にとつて耐風工学はそれほど重要な研究分野とは思われていませんでした。当

時、在籍していた大学に風工学の専門家はおらず、実験設備もない。私は世界中から論文を集めてひたすら読み、理論的研究に没頭しました。

今思えば、この経験は大変貴重でした。設備が整った大学であれば分からないことは実験をすればすぐに答えが出るため、理論的考察に多くの時間を費やす必要がありません。私は逆に、誰も教えてくれない、研究資金もほとんどないからこそ、ひたすら他人の論文を厳密に読み、理論的な研究に集中したことで、研究者としての力が身に付いたように思います。若い時、不自由な環境を強いられた方が、かえって自分の力を高めるのに役立つのかも知れません。

若い人には、いつか自分に合ったものが見つかった時に精一杯頑張ろうと考えている人もいます。しかし、そのような受け身の姿勢では「自分に合ったもの」に巡り合うことはありません。「適性」は、その時々自分に与えられた課題に全力で取り組み、一つの間にか自分の中に身に付くものなのです。今、自分がすべきことに全力を傾けることが、将来を切り開く力になるのです。

### 用語解説

#### ① ミャンマーのサイクロン

サイクロンはインド洋で発生する発達した熱帯低気圧。2008年にベンガル湾で発生したサイクロン「ナルギス」は、大雨や洪水、暴風により、ミャンマー観測史上最悪の自然災害となった。

#### ② 東京スカイツリー

東京都墨田区に建設中の電波塔（2011年12月竣工予定）。高さ634メートルで、完成すれば自立式電波塔としては世界一の高さになる。五重塔の心柱制振など古来の技を最新技術で再現している。

#### ③ 風洞実験

人工的にさまざまな種類の風を発生させる風洞を用いた実験。装置の中に、調査対象となる建設予定の建物や周辺都市、地形を再現した縮尺模型を置き、風の流れを観測する。

#### ④ 霞が関ビル

1968年、東京都千代田区霞が関に建てられた超高層ビル（地上高147メートル、36階）。

## 円筒形の構築物への風の影響を研究



玉田 寛さん  
Tamada Hiroshi

東京工芸大大学院工学研究科建築学専攻  
博士前期課程2年  
(長野県岡谷南高校卒業)

**Q** なぜこの分野に進んだのですか

**A** 学部時代は神奈川大工学部で建築学を専攻しました。高校時代からモノ作りが好きで、どうせ作るなら出来るだけ大きなものを、と考えたからです。小学生の時にニュースで見た阪神・淡路大震災の惨状が記憶にあり、大きな地震でも崩れない建物を造りたいという思いもありました。

しかし、大学で振動学を学ぶうちに、地震の揺れよりも風に興味を持

つようになりました。地震は土地ごとの特徴によって揺れ方が変わりますが、風はある程度の規則性があるため、対策にも汎用性があるのではないかと思ったからです。

**Q** 現在の研究内容を教えてください

**A** 煙突のように外装と構造躯体が一体化した「モノコック構造」の構築物を造る際の風の影響について研究しています。

建築物は外装材、構造躯体とも、それぞれ作り方や強度など基準となる法律やガイドラインがあります。しかし、モノコック構造では外装が強度部材となる構造を兼ねているため、どちらの基準に準拠すればよいのか曖昧です。この風に対しては、外装を強くした方がよい、構造を工夫した方がよいなど、耐風性を高めるために外装、構造のどちらに比重を置いたらよいのかを解き明かすことが研究の目的です。比較のために、高さや太さが異なる円筒形の模型を二つ作って風洞実験を行い、風圧などを測定してデータの収集・分析を行っています。

実験では、その過程で何度もデー

タを取りながら進めるので、一からやり直しになることはほとんどありませんが、それでも思うような結果が得られないことがあります。センサーはきちんと作動しているか、データの解析方法に間違いはなかったか、後戻りして調べるのは骨が折れる作業です。

それだけに、イメージ通りにデータが取れた時は何よりもうれいです。苦労があるからこそ、成功した時の喜びもひとしおなのです。

**Q** 高校生へのメッセージをお願いします

**A** 「将来、これがしたい」というものを明確に持っているのなら、それに全力を傾けてください。もし、まだないのなら、将来ど

のような分野に進んでも対応できるように、高校時代は出来るだけ視野を広げておくことをお勧めします。

私自身、大学4年生から本格的に風工学の研究を始めました。建築学ではあまり学ばない流体力学や気象学、確率論などの知識も必要になり、自力で学ぶ必要がありました。また、田村教授の研究室の研究生はほとんどが外国人です。もっと上手に英語を話すことが出来れば、世界は更に広がるだろうと思います。さまざまな分野の人たちと共同研究を行うには、コミュニケーション力も必要になります。

高校時代は自分自身の幅を広げる貴重な時間です。その時々で出来ることに全力でぶつかってください。

### 私の高校時代

#### 「強歩大会」で身に付けた忍耐力

●高校時代の一番の思い出は、年1回の「強歩大会」。諏訪湖畔から山梨県との県境まで、男子生徒は約45キロメートルを8時間以内で走破する母校の伝統行事です。1年生の時はタイムリミットぎりぎりでしたが、学年が上がるごとに1時間、2時間とゴールまでのタイムが縮まっていたことも、自分の成長を実感する良い機会になりました。この経験は、肉体的・精神的に耐える力を付けてくれたと思います。研究では、限られた時間で実験を行わなければなりません。特に、データにらめっこしている時間は忍耐の勝負。強歩大会で培った力が、今に生きていると感じます。

大切なのは、勇気を持って一歩を力強く踏み出すこと。実験も大変だからといって躊躇していたのでは前に進みません。一歩一歩、確実に歩んでいくことが、自分自身の成長にもつながるのです。