



防災 × 大学

“住み続けられる まちづくり”に 挑む大学

さまざまな大規模自然災害が頻発している昨今。

持続可能性の観点から、地域防災・生活の安心安全を研究し、

災害に強く、持続可能な社会創造に取り組む大学のいまに迫る。

永野 正行

東京理科大学
理工学部建築学科教授

建築構造力学が専門。研究室では地震波の発生から建物応答、室内被害、人的被害までの動的プロセスを総合的に評価。地震による建物被害のない社会の実現を目指し、さまざまな研究に取り組んでいる。



まちの安全を支えるためには
新たな技術の創出が不可欠

SDGsのゴール11「住み続けられるまちづくりを」の達成に向けて、重要な役割を持つのが防災の技術です。世界では地震や洪水、ハリケーン、火災など、多様な災害によって毎年約1億6千万人が被災し、約10万人が命を落としています。特に日本は国土が4つのプレート上に存在しており、世界でも有数の地震多発地帯です。防災白書（平成26年版）では、世界で発生するマグ

ニチュード6以上の地震のうち、約18パーセントは日本周辺で発生していると報告されています。過去20年をさかのぼるだけでも、1995年の阪神・淡路大震災、2011年の東日本大震災、2016年の熊本地震など、数多くの地震が起き、その都度甚大な被害をもたらされました。こうした災害に対する建築物の脆弱性を克服し、被害を軽減することは急務と言えるでしょう。

東京理科大学はすべての人が安心して暮らせるまちづくりを実現するため、最前線の防災研究を進めています。もちろん、災害を含むあらゆる国際課題には複数の要因が複雑に絡み合っていますから、分野横断的なアプローチを欠かすことはできません。そこで各専門での独創的な研究に加え、理学・工学・薬学・生命医科学・経営学といった多岐にわたる学問分野を生かした融合的連携研究を積極的に展開しています。

“住み続けられるまち”を創る Action



▲2011年東日本大震災時の津波による建物被害



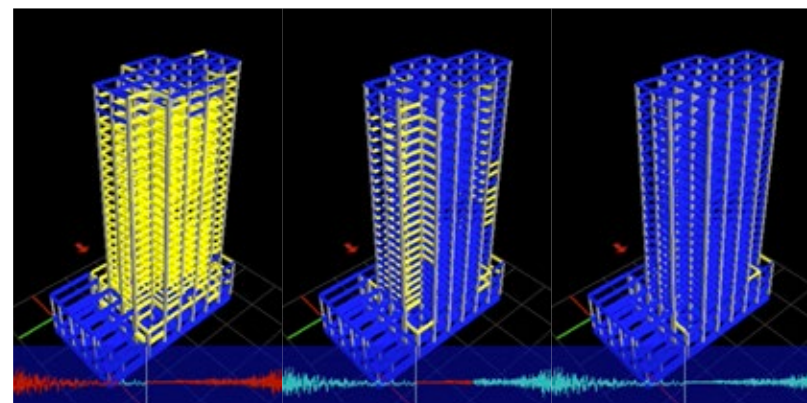
新たな科学技術によって、
災害に耐えられる建築を実現。
研究力が持続可能性の鍵となる

地盤の揺れと建物の揺れ、
双方の関係を追究し、
地震による建物被害を削減

地震の被害を最小限に抑えるには、強い揺れに耐える建築が必要だ。そこで理工学部建築学科の永野正行教授は、「地盤の揺れ」と「建物の揺れ」の関係について研究を行っている。「両方を関連付けて研究している人はまだ少ない。し

かし、一方だけでは建物全体のシステムを強くするには十分ではありません」。地震のタイプによって異なる地盤の揺れ、さらにその影響を受けた建物の揺れ——2つの要素を複合的に研究することで、適切な対策ができると永野教授は語る。

地震は発生場所により内陸型地震と海溝型地震に分けられる。内陸型地震ではパルス性（短周期）地震動が発生し、被害が比較的狭い範囲に集中。特に直下型地震では建物被害が甚大となる。阪神・淡路大震災ではこのパルス性地震動が観測され、木造建築物などを中心に多くの建物が倒壊する「震災の帯」が現れた。熊本地震も同様の仕組みで大きな揺れと建物被害が起きている。



▲超高層マンションの揺れ方をアニメーション化。地盤の揺れに伴い、建物全体に歪みが生じている

一方、海溝型地震の場合は長周期地震動が発生し、被害が広範囲に及ぶ。さらに高層建築物では上階に行くほど揺れが大きくなる。東日本大震災が代表例であり、震災時には震源から遠く離れた大阪沿岸部で地上55階建ての建物の最上階が大きく揺れた。片側約1.5m、両側で約3mという揺れ幅からも、長周期地震動の恐ろしさが理解できる。

永野教授の研究室では地震動と建物被害の関係について



▲2016年熊本地震で地表に現れた断層

日々解析を進めているが、地震発生後の被害調査によって

見えてくるものも多い。直下型地震が起きた熊本県では多

くの建物が倒壊したが、2000年の建築基準法改正

後の建物は比較的被害が少なかったという。この結果から、

耐震性の向上が建物被害の減少につながっていると確認で

きる。また、東日本大震災では、タワーマンションの高層

部で家具の転倒が起こり、下部は壁紙の亀裂が多いとい

うことが判明した。建物の高層化が避けられない日本にお

いて、こうした被害の傾向は都市の防災を考える重要な

データである。永野教授は、タワーマンションにおける地震

計での構造ヘルスマニタリングやシミュレーション解析を

実施し、同じ建て方でも場所によって揺れ方が違うことを明らかにしている。「今後は解析の対象を全国にまで広げ、揺れが即時にわかるシステムを開発するのが目標です」と

永野教授は語る。人々の安全な暮らしと都市の持続可能性を守るため、新しい技術の創出を目指す取り組みは続く。

世界トップレベルの火災研究施設で新たな技術を開発

広さ1000平方メートル、天井高18メートル――野田キャンパス北東部には、模擬火災実験や煙流動実験、消火性能実験など、火災に関する

実験棟がある。この施設を利用し、松山教授は専門領域を超えた研究をいくつも進めている。その一つが、高層ビルなどにある排煙設備の高性能化実験である。松山教授によれば、煙粒子はわずかに帯電しているため、電位差を与えると一方に引き寄せられる性質がある。この特性を利用したシステムを開発し、既存の排煙設備とうまく融合することで、より効果的に煙を誘導・排出する建築物が実現できるという。

また、災害救助に役立つ技術として着目しているのが、テラヘルツ領域の電磁波（テラヘルツ波）を使ったイメージングだ。テラヘルツ波は大気中のちりやすず、煙などによる散乱が



▲火災科学研究所実験棟内での実験の様子

あらかる実験が可能な巨大施設「火災科学研究所実験棟」がある。「火災研究では、東京理科大学ほど恵まれた環境はありません」と、火災現象論を専門とする松山賢教授は語る。「ミニチュア模型での実験では実際の火災現象を再現できないので、検証には実大スケールの実験施設が必要なのです」。

この実験棟を利用し、松山教授は専門領域を超えた研究をいくつも進めている。その一つが、高層ビルなどにある排煙設備の高性能化実験である。松山教授によれば、煙粒子はわずかに帯電しているため、電位差を与えると一方に引き寄せられる性質がある。この特性を利用したシステムを開発し、既存の排煙設備とうまく融合することで、より効果的に煙を誘導・排出する建築物が実現できるという。

また、災害救助に役立つ技術として着目しているのが、テラヘルツ領域の電磁波（テラヘルツ波）を使ったイメージングだ。テラヘルツ波は大気中のちりやすず、煙などによる散乱が

少なく、照明やカメラに利用することで火災現場でも煙や炎を透過してその先を見通せる。小型のテラヘルツカメラセットを消防隊員の装備に取り入れれば、よりスピーディーかつ安全な救助・消火活動が可能になるだろう。

東京理科大学の防災に関する研究は、国の法律や規制にも反映されるなど、すでに多くの人々の生活を支えている。現在の研究から生まれた技術が、来る2030年の社会に大きな成果をもたらすことを期待したい。

Profile

松山 賢

理工学研究科
国際火災科学専攻教授

専門分野は火災・燃焼工学、熱流体、消火理論、計測工学。火災の発生数と被害を低減するため、燃焼・煙・有毒ガスの発生や性状を研究。建物の防災設備の改善や救助・消火活動の効率化にも取り組んでいる。

