

実大ストームシミュレータ（強風・火災・降雨・降雪・降雹・日射のシミュレータ） および気象災害サイエンスパーク

① 計画の概要

台風など多くの強風災害は豪雨や高潮などの水災害を伴っており、火災、降雪、降雹なども強風との関連が重要である。本計画では、これらの課題を解決する手段として、2、3階建て実大木造住宅等を収容でき、80m/s 程度の強風、火災、降雨、降雪、降雹、日射などを同時に作用させ得る大型ストーム発生装置を建設し、建物の外装材や構造骨組の健全性を実スケールで検証するほか、防災教育・啓発活動のために気象災害サイエンスパークとしても運営する。本施設で初めて破壊プロセスを含んだ建物性能の評価が可能となり、火災、降雨、降雪、降雹等との複合効果に関しては、ほぼ不可能であった縮尺モデルでの相似則の問題を解決でき、間接的現象理解から直接的現象理解へ、単一外力評価から複合外力評価へ、外力評価からパフォーマンス評価へとパラダイムがシフトし、広範な学術分野で飛躍的なブレークスルーが図られる。外装材種別、構造システム、建物形状等を制御した上で、極めて稀な実現象を系統的に制御して、数十年、数百年の時を待たずして、効率的な問題解決が図られ、多大な防災効果と関連産業育成効果が約束される。また、建築物、発電システム、送配電施設、農林水産業施設等の耐風性能等の向上が飛躍的に図られ、社会制度全般への波及効果も大きい。日本では毎年2兆4千億円もの巨額な経済的損失が自然災害で発生しており、ボディブロー的打撃が蓄積している。本施設は、建材や構工法の開発、防災工学研究において世界をリードし、近隣の発展途上国の実状に応じた建材・構造システム開発、インフラ整備、防災事業へ参入し、世界最高水準施設での研修によりグローバルな技術者を養成する上でも高い戦略性を持つ。自然災害被害額を2%低減しただけで年間5百億円近い利益となり、10年、20年の遅れは兆の単位の損失となる。本施設の緊急性は極めて高く、国土強靱化計画からも本施設は最重要事項と言える。

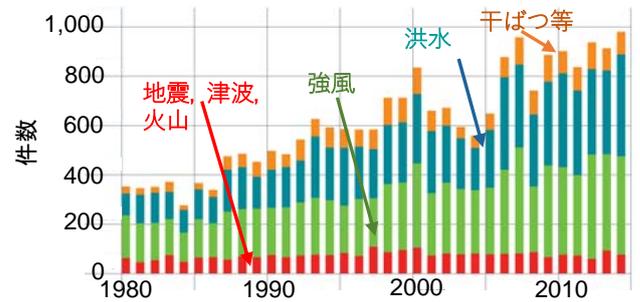


図1 世界の大きな自然災害件数の年変化

② 学術的な意義

強風による被害は主としてノンエンジニアド建物等で発生し、大半は構造計算などで性能確認が難しい外装材等の被害に端を発している。数十年、数百年に1度の巨大台風や激甚竜巻、豪雪、豪雨、火災等に対する構造物の性能については、いつどこで起きるか分からない極稀事象を待って、多大な人的・物的犠牲の上に、限られた被害痕跡から推定するのが精一杯であり、実態解明には殆ど繋がっておらず、同様の被害を繰り返してきた。この状況を根本的に打破するには、外装材から骨組、基礎に至るまでの建物全体システムの性能を実スケールで評価する以外に、種々の気象作用を実大で再現できる本施設で、破壊プロセスを含んだ建物等の性能の評価・研究が初めて可能となる。また、従来の縮尺モデルでは相似則の問題をクリアできなかった強風と火災、降雨、降雪等との複合効果に関しては、本施設で初めて実態把握が可能となる。従来の風洞実験では不可能なレイノルズ数の問題も完全に克服することができ、学術的にも画期的な成果がもたらされる。本施設によって初めて外装材種別、構造システム、建物形状等を計画的に制御した上で、極めて稀な実現象をシステムティックに制御して、数十年、数百年の時を待たずして、効率的な問題解決が図られ、多大な防災効果と関連産業育成効果が約束される。間接的現象理解から実スケールでの直接的な理解へ、単一外力評価から複合外力評価へ、外力評価ベースからパフォーマンス評価ベースへと防災関連研究のパラダイムがシフトし、広範な学問分野でブレークスルーが図られる。さらに、建築物、各種発電システム、送配電施設、農林水産業施設等々の耐風性能等の向上が飛躍的に図られ、保険制度等と強くリンクさせることにより、従来主として法令によって図られてきた社会インフラの健全性・安全性確保、性能保証のあり方の見直しも可能となり、社会制度全般への波及効果も大いに期待できる。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

フランス CSTB のジュールベルヌ気候風洞では、最高風速 80m/s、200mm/h の降雨や降雪に対する実スケール低層建物の性能評価が行われており、米国 IBHS の実スケール強風試験施設では、構工法の異なる木造住宅を2棟並べて強風で倒壊させて耐風性能を比較したり、火災、降雨、降雹などの複合効果の実験が行われている。カナダ・西オントリオ大学の WindEEE ドームでは、F3 までの竜巻の大型実験を可能としている。中国・同済大学では、実スケール風洞装置のプロトタイプとしてのアクティブ風洞が建設され、世界では、実スケールでの強風実験、複合実験は大きな潮流となりつつある。このような施設に今投資することが将来の大きな節約をもたらすことが明白だからである。我が国では、2003年台風14号時に宮古島で90m/sを超える風が観測され、降雪、降雨の強度も世界で最強ランクにある。これに相応して既存の海外施設に較べて諸性能をアップさせるとともに、発生手法の改善などを図り、世界最先端の装置とする計画である。人的損失の極めて大きい近隣の発展途上国での住宅等の性能向上、人材教育にも役立たせる。

④ 実施機関と実施体制

「実大ストームシミュレータ・コンソーシアム」を構築し、実施案策定、建設、運用まで、計画遂行全体を統轄する。具体的

には、京都大学・防災研究所、東北大学・災害科学国際研究所、早稲田大学、および東京工芸大学・風工学研究拠点（事務局）が中核となって運営委員会を構成し、建築研究所、国土技術政策総合研究所、土木研究所、防災科学技術研究所が参画し、活動を支援する計画である。事務局は東京工芸大学・風工学研究拠点が努める。運営委員会の中に、日本風工学会、日本建築学会、土木学会、日本気象学会、日本雪工学会、日本火災学会等が参画する学術部会、北方建築総合研究所、気象研究所、消防研究センター、日本建築構造技術者協会等の参画する社会啓発部会、日本建設業連合会、プレファブ建築協会、日本金属屋根協会、アスファルトルーフィング工業会、日本損害保険協会等が参画する産業活用部会、国際風工学会 IAWE、仏 CSTB ジュールベルヌ気候風洞、米国 IBHS、カナダ WindEEE、中国同済大学等の参画する国際連携部会を設け、調査研究活動、社会啓発や広報活動、産業界での利活用、国際的共同利用・共同研究を推進、支援する。当初3年間は、運営委員会の中核メンバーによって「建設実行委員会」を構成し、全体計画案の策定、プロトタイプ的设计と建設、パフォーマンスの確認、空力的設計のための数値解析の実施、計画案の改良、実施設計へ向けての具体的な調査、研究を行い、施設的设计を完了させる。後半3年間は、土地購入、施設建設、施設建設後の管理、運営に関しては、実際に実大ストームシミュレータを管理、運営するための「気象災害科学研究センター」を設立する。土地の選定と購入、地方行政庁、地域住民、電力会社等々との交渉、建設管理などのためにはセンター専任の人員が必要であり、研究者、技術者を20名程度雇用して、施設の目的遂行のための諸活動を推進する。

⑤ 所要経費

所要経費は229億円と見積もられる。ファン（特注、制御装置含む）：36億円、可変電圧可変周波数制御装置：8億円、ターンテーブル：3億円、火災発生システム：15億円、降雨散水システム：12億円、降雹システム：5億円、降雪システム：16億円、日射システム：10億円、テストセクション冷却装置（ダクト類含む）：10億円、試験建物移動システム：3億円、建物等設計料（計画・構造）：3億円、カメラ+制御システム：4億円、空力的設計料：5億円、計器、装備：7億円、特別送変電設備（電力会社との協議要）：3億円、中央コントロール装置、監視装置（実験制御システムプログラム料含）：6億円、アクティブスパイヤ：3億円、フライス盤等の工作機械等：2億円、プロトタイプ等による試験・検証：3億円、建設コスト（防火システム、空調、開閉装置、ファン支持構造、縮流部、旋回流装置、制御室、事務棟、実験棟、会議室、シアター形式会議室、その他）：60億円、6ヶ年間運営費：15億円。なお、土地（40万平方メートル、高圧配電可能地）購入代金や、施設完成後の運営費（年間30億円程度）は見積りに含んでいない。

⑥ 年次計画

計画を実行に移し、施設を完成させて運用開始するまでには、最低6年の期間が必要である。1年目は、実施案の策定と施設的设计、数値解析によるパフォーマンスの確認と、1/10程度のプロトタイプ的设计である。初期の段階で、流体数値解析による風洞形状、風洞内気流性状の確認、火災発展状況の確認などが必要であり、火災工学的、雪工学的見地からの種々のシミュレーションを実施する。それらの結果を踏まえ、ファンや制御装置、建物等に要求される性能の確認、必要電源、法的な問題の確認と解決などが図られる。2年目は、風洞、火災発生装置、降雨、降雪、降雹装置のプロトタイプを試作とパフォーマンスの検証、実施案的设计と建設候補地の選定である。敷地としては、騒音や強風の影響を周辺に及ぼさないこと、供試体としての建物建設、保管等のための広さがあること、電気、水道が確保できること、土地の値段が安いことなどが挙げられ、変電装置、冷却装置的设计、要求性能の検討などが必要となる。完成後は、「気象災害サイエンスパーク」としての運用を考えており、気象災害に関連した知識の普及、啓発活動、防災教育などを実施する。建設地は東北地方、北海道などもターゲットとして考えられ、地方自治体の協力、援助が必要となる。3年目は、継続的に装置の要求性能、パフォーマンスの物理的、数値的シミュレーションを行うとともに、建物の設計者、機械装置の設計者、電気設備の専門家等々との協議、検討を重ね、実施に向けての施設設計を完了する。同時に候補地の周辺住民や地方行政庁の理解を得るための協議なども重ねていく必要がある。4年目は施設本体および関連施設の建設開始である。平行して計測器具的设计、選定、購入などの作業が行われる。5年目は施設工事の完成、機器の設置であり、6年目は性能検定と実用開始である。

⑦ 社会的価値

台風などの強風現象は直径千kmもの規模で発生するため人的、経済的ロスは大で、社会的インパクトは非常に大きい。日本では損害保険支払額だけでも、1991年台風19号で5千7百億円、2004年の一連の台風で約7千億円、2018年台風21、24号で約1兆3百億円に達している。全経済的ロスはその2、3倍で年によっては2兆円超の風被害が発生している。2005年～2014年の自然災害による日本のロスは年平均2兆4千億円程度であり、風災害は年平均4千億円程度と見積もられ、それが年々蓄積している。近年、激甚な風災害および水災害は著しく増加しており、温暖化、気候変化がこの傾向を促進する恐れがある。本施設はレイノルズ数問題を克服した風現象の解明、雪・雨・火災等との複合現象の解明、構造物の破壊メカニズムの解明という知的価値の他に、建築物等の諸耐力性能の正しい評価を可能とし、合理的な建材や構工法の開発・普及によって極めて大きい経済的・産業的価値をもたらす。気候変化によって加速が懸念される気象災害の低減は、SDGsへの貢献はもとより、日本の経済の維持・発展の礎であり、もたらされる利益は国費投入を補って余りある。

⑧ 本計画に関する連絡先

西嶋 一欽（京都大学・防災研究所）



図2 実大ストームシミュレータ概念図