

# 多雪地域の住環境を利用した 建物の倒壊リスクのリモート診断法

東京理科大学

工学部 建築学科 教授 伊藤 拓海

先進工学部 物理工学科 准教授 中嶋 宇史

2023年11月9日

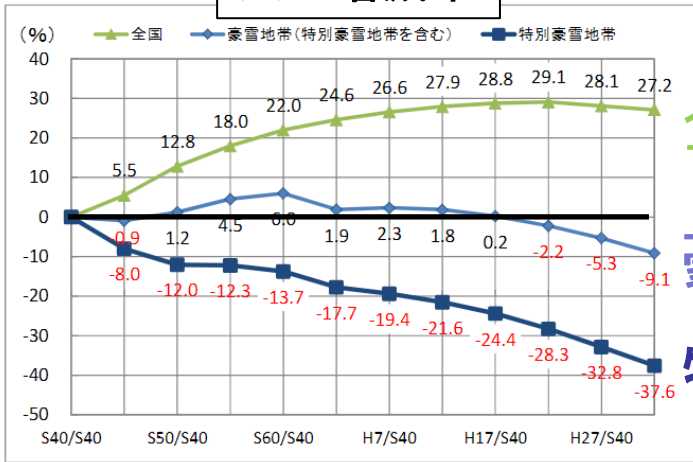
# 豪雪地帯の問題



✓ 建物の損傷、地域住民・行政の負担と疲弊

# 豪雪地帯の問題

人口増減率

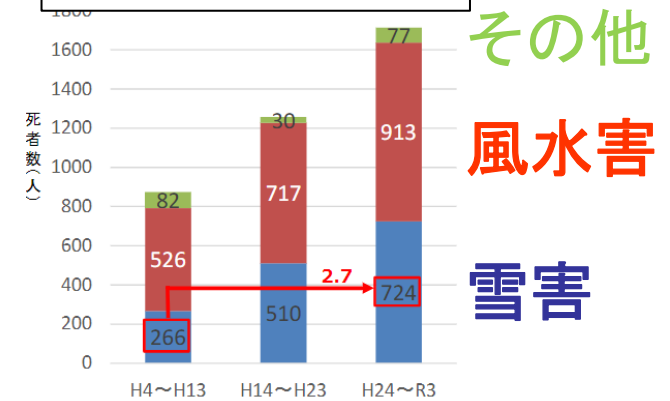


全国

豪雪地帯

特別豪雪地帯

死者数の推移



国土交通省国土政策局:豪雪地帯対策基本計画の見直しについて,2022.6

死亡状況	65歳未満	65歳以上	合計
雪崩	1	1	2
屋根の雪下ろし や除雪作業中	7	69	76
落雪	3	13	16
倒壊家屋の下敷き	3	2	5
その他	0	0	0
合計	14	85	99



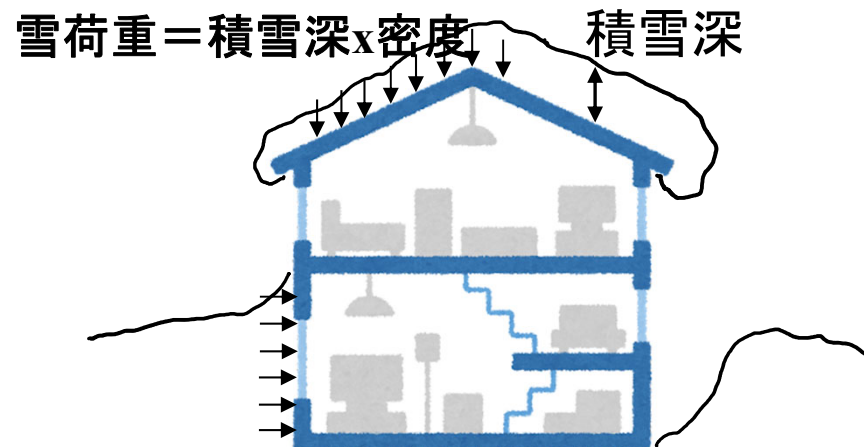
✓ 高齢化・人口減が招く、雪害の真実

# 従来技術とその問題点(1)

**内容** 建築モニタリング＝建物倒壊予知、落雪被害、雪下ろし時期  
積雪深・重量の計測、微動計測による振動性状、

## 課題(問題点)

専門機器のコスト・操作、精度・誤差、設置が困難、  
構造力学との理論的乖離、



✓ 積雪深のレーザー等での計測



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

✓ 振動性状の計測

# 従来技術とその問題点(2)

**内容** 雪質・天気より判断、  
巡回・観察による危険予知、

**課題(問題点)**

経験・勘頼り、人手不足、



✓ 窓や戸の開閉障害



✓ 周辺の様子

# 結露と水電池を利用した建物の安全性と見守りのモニタリングシステム

## IoT機能を有する窓サッシ

- ・環境発電(水電池)
- ・ひずみ計測
- ・小型回路

人の在室と生活の検知

サッシの結露=存命確認+水電池発電利用

建物構造の負荷の検知

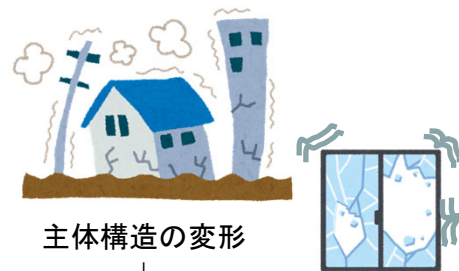
主体構造の負荷が伝達=耐震安全性の診断+防犯



建物の構造と骨組

主体構造=耐震性

一般構造=壁・床などの設え



主体構造の変形

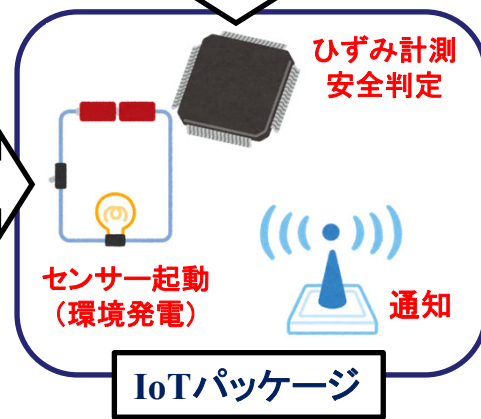
一般構造(サッシ)のひずみ (伝達)



結露=生活感の証拠、  
水電池に利用

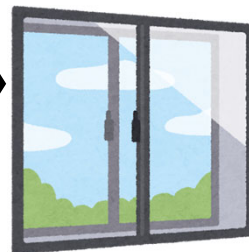


水電池で電力確保+  
見守り(存命確認)



安全の窓

実装



✓ IoTによるモニタリングシステムを提案

## 新技術の特徴・従来技術との比較(1)

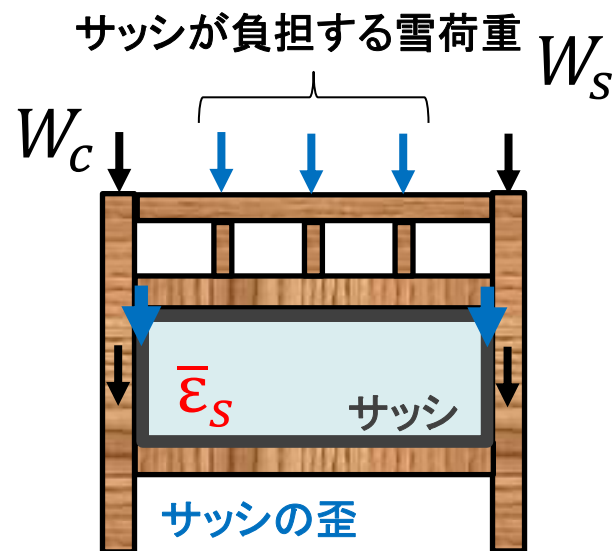
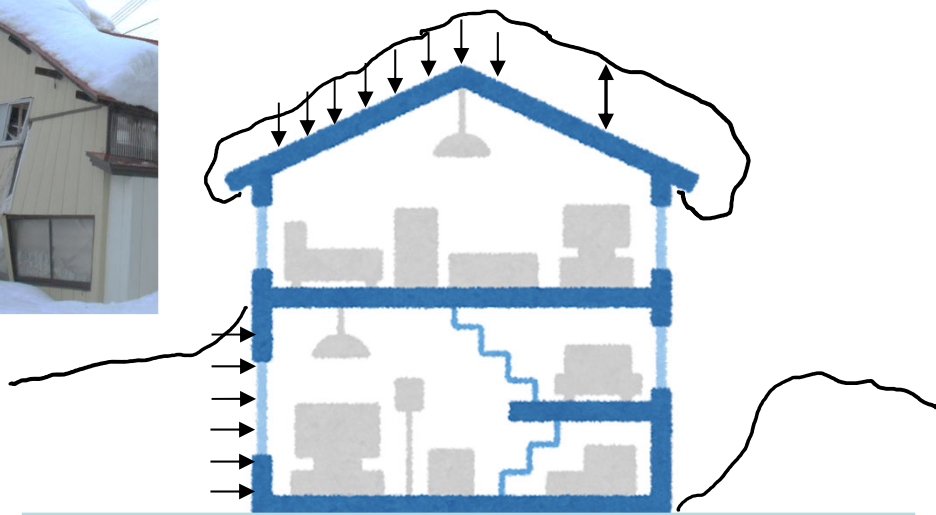
- **積雪深≠建物負荷**に対し、力学原理に基づいて**骨組応力 = 建物負荷**により、安全診断が可能
- **結露に対する環境発電 = 水電池**によりリモート化し、空き家などにも適用可
- 汎用品や廉価な機器を用いた本技術の適用により、**コストは1/5~1/10程度まで削減**されることが期待される。

# 新技術の特徴・従来技術との比較(2)

内容 安全把握・危険予測＝建具・サッシ(二次部材)の歪計測

新規性 建具・サッシの歪に注目＝構造体の状態と関係付け

進歩性 構造力学に基づき積雪と二次部材の歪の関係を利用



✓ サッシの被害＝雪による歪＝後付け可

✓ 構造学との関係＝損傷の直接計測

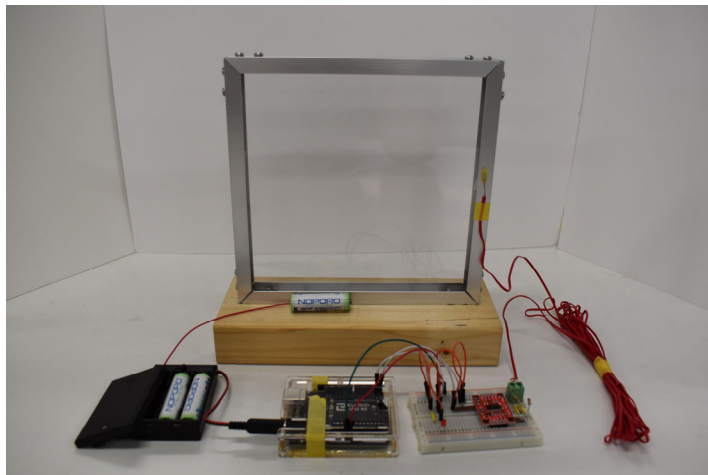


# 新技術の特徴・従来技術との比較(3)

内容 計測・診断のリモート化＝窓サッシの結露による発電

新規性 建物モニタリングのリモート化に環境発電を利用

進歩性 水電池(汎用も有り)の技術を利用して発電



✓ 水電池＋ゲージ＋マイコン



✓ 窓サッシの様子

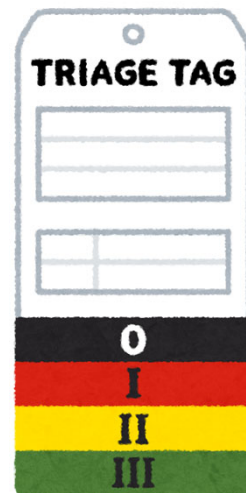
# 想定される用途

- ✓ 窓・サッシのセンサー(後付け可)より積雪状況を把握
- ✓ 安全性を判定し、屋外退避や雪下ろしを指示
- ✓ 被害(予測含む)の情報化と、自助・互助・公助サービス

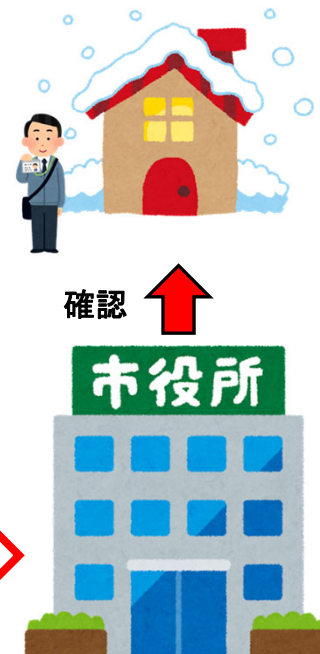
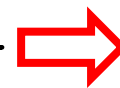
## サービスのイメージ



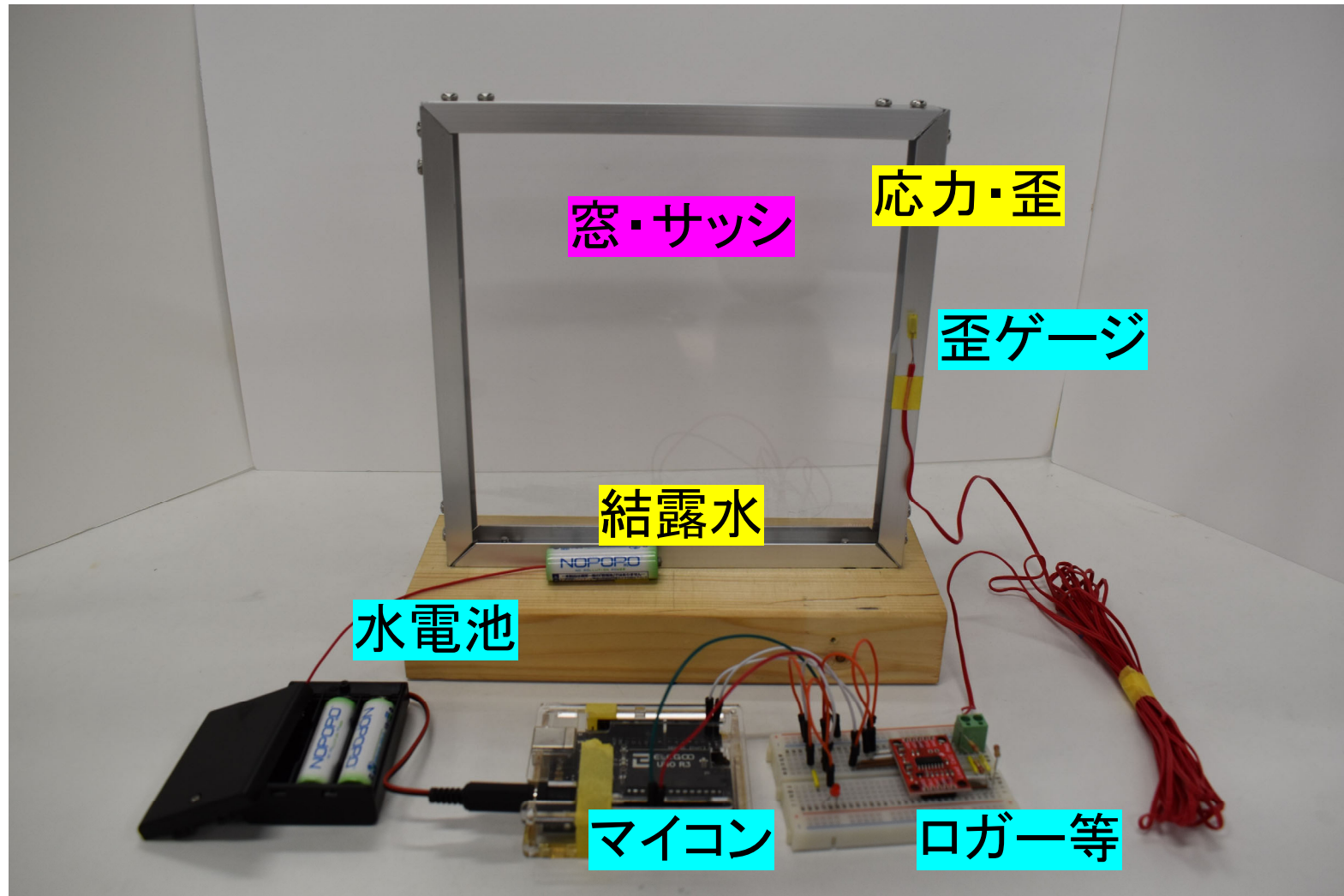
IoT安全の窓



安全  
要確認  
危険・雪下ろし  
危険・避難



# デモ機 ～モニタリング・システム～



## 実用化に向けた課題

- 現在、モニタリングシステムの構成まで設計済み。しかし、窓サッシへの内蔵化は未解決である。
- 今後、秋田県や新潟県で実証実験を実施し、実験データを取得し、実建物に適用していく場合の条件設定を行っていく。
- 実用化に向けて、結露量に対し、水電池の設置法や、システム作動の必要電力に対し、具体的な材料を開発する必要もあり。

## 企業への期待

- 未解決のサッシへの内蔵化については、建材技術や機器の小型化により、克服できると考えている。
- 窓サッシへの内蔵化を具体化できるサッシメーカーや、発電効率の高い水電池の技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- また、空き家・独居老人などの見守り・セキュリティを開発中の企業には、本技術の導入が有効と思われる。

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 危険判定システム及びプログラム
- 出願番号 : 特願2023-068796
- 出願人 : 学校法人東京理科大学
- 発明者 : 伊藤拓海、中嶋宇史

## 産学連携の経歴

- 2009年-現在 鉄骨木質合成構造に関する研究（民間共同研究、競争的・公的研究費、製品化・商品化、他）
- 2010年-現在 震災都市・建物のレジリエント・システムの研究（民間共同研究、競争的・公的研究費）
- 2015年-現在 IoTによる建物モニタリングの研究（民間共同研究、競争的・公的研究費、製品化、事業化、他）
- 2016年-現在 災害の複合化とインフォマティクス  
の研究

# お問い合わせ先

東京理科大学  
産学連携機構

TEL 03-5228-7440

FAX 03-5228-7442

e-mail [ura@admin.tus.ac.jp](mailto:ura@admin.tus.ac.jp)