

IoT センシングによる不動産物件の断熱・防音性能評価

Assessment of Thermal Insulation and Sound Performance of Apartments Based on IoT Sensing

山崎 俊彦, 大淵 友暉, 林 遠*¹ 北垣 亮馬*² 鳥海 哲史, 林 幹久*³
Toshihiko Yamasaki, Yuki Obuchi, Yuan Lin Ryoma Kitagaki Satoshi Toriumi, Mikihiisa Hayashi酒井 藍, 芳賀 宣仁, 野村 眞平, 池本 洋一*⁴
Ai Sakai, Nobuhito Haga, Shimpei Nomura, Yoichi Ikemoto*¹東京大学 The University of Tokyo *²北海道大学 Hokkaido University *³株式会社フューチャースタANDARD Future Standard Co., Ltd.*⁴株式会社リクルート住まいカンパニー
Recruit Sumai Company Ltd.

We have been developing IoT sensors for the evaluation of the comfort levels of real estate building properties. In this paper, we additionally evaluated thermal insulation performance and sound performance. We are now conducting a large-scale experiments using 60+ properties to assess the system's usability and reliability.

1. はじめに

不動産物件を選ぶ際の判断基準として、物件の場所、価格、間取り、住みやすさなど様々なものがある。場所、価格、間取りなどに関しては消費者が定量的・客観的に評価が可能である。しかし、物件の住みやすさについては物件情報から類推する、物件を扱う担当者に質問する、直接物件を見に行くなど手間を掛けないと情報が得られないばかりか、定性的な評価が一般的であった。我々は、不動産物件の住み心地・快適度に関係する様々な要因を計測可能な IoT センサを独自設計し定量的に評価する試みを行ってきた [大淵 16, 大淵 17a, Obuchi 18]。また、開発したシステムは保育や老健施設でのセンシングにも展開している [大淵 17b]。

我々の IoT センサシステムの実用化に向けてセンサの種類や計測方法を工夫し、新たに断熱・防音性能の定量化を行った。さらに、空き物件や帰省中の不在物件を利用した大規模実験を行った。本稿ではその概要について紹介する。

2. センサの構成

独自開発した IoT センサ (図 1) は温湿度、照度、加速度、紫外線、CO₂、PM2.5 を計測できるセンサを搭載しており、Raspberry Pi 3 Model B で I2C インターフェースにより制御している。また、補助的に OMRON の 2JCIE-BL01 も利用し、Bluetooth により Raspberry Pi 側に取得される。計測したデータはフューチャースタANDARD社の SCORER*¹ というプラットフォームを利用して一括管理する。現地に据え付け、もしくはモバイル型の WiFi があればリアルタイムでデータはアップロードされ、そうでない場合はインターネットがある環境で電源 ON になったときに自動的にアップロードされる。そのため、センサから手間を掛けてデータを回収する必要がない利点がある。



図 1: 独自開発した IoT センサと補助的に用いるオムロンの環境センサ

3. 断熱性能・防音性能の推定

3.1 断熱性能

不動産物件の省エネ性能は建築物の Q 値 (熱損失係数) や UA 値 (外皮平均熱貫流率) によって評価可能である。しかし、不動産物件の所有者や取扱業者のもつ物件の情報整備状態 (図面、設備情報、施工状態) の不十分さや、評価に必要な測定条件、測定業者の手続きが複雑である点から現実的ではない。そこで本研究では、センサを設置することで建築物の簡易な省エネ性能を評価し、不動産取引において省エネ性能の目安になる評価値を提案する。

時刻 t における室内・室外の温度をそれぞれ $T_i(t)$, $T_o(t)$ とする。部屋のみかけの熱伝導率を λ 、みかけの外皮厚を d 、部屋のみかけの比熱を C すると以下の 2 つの式が成り立つ。

$$-\frac{dQ(t)}{dt} = \frac{\lambda}{d}(T_i(t) - T_o(t)) \quad (1)$$

$$\frac{dQ(t)}{dt} = C \frac{dT_i(t)}{dt} \quad (2)$$

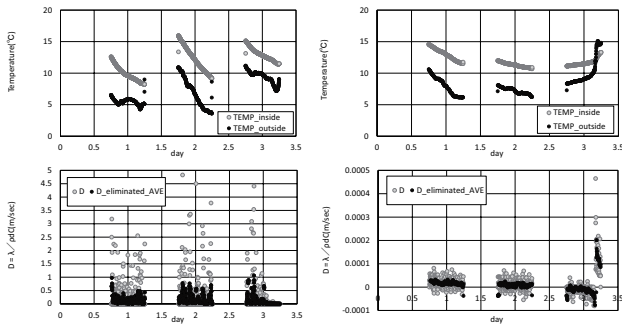
式を整理して

$$D = \frac{\lambda}{dC} = \frac{-\frac{dT_i(t)}{dt}}{T_i(t) - T_o(t)} \quad (3)$$

が部屋の熱変動のしやすさであり、一般的にはみかけの熱拡散率に近い指標となる。

連絡先: 山崎俊彦, 東京大学大学院情報理工学系研究科
電子情報学専攻, 113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1,
yamasaki@hal.t.u-tokyo.ac.jp

*¹ <https://www.scorer.jp/>

図 2: 断熱性能の簡易指標 D の計算結果。

室内外の床から一定距離離れた場所に防水・通気加工を施したセンサを置き、深夜帯の日照のない時間帯を利用してこの D 値の平均値・標準偏差を算出して指標とする。

3.2 防音性能

建物の防音性能は外部からくるノイズレベル及び音の種類に依存するため、一般化は難しい。そのため、室内外で観測される騒音レベルを逐次計測しそれを可視化することで防音性能の評価とする。

なお、上下左右の部屋からの騒音については発生頻度の問題や騒音伝搬のメカニズムが外からの騒音と異なるなどの理由により評価が難しいので対象外とした。現在、評価方法を検討中である。

4. 測定実験

4.1 実験規模

省エネ基準は最近では 1992 年、1999 年、2013 年に改正されており、その区間に建築された物件であれば、地域区分、構造種別が同一ならば省エネ性能はおおむね類似しているとみなすことができる。そこで、地域を関東一都三県に限定し、1992-1999 年築、1999-2013 年築、2013-2018 年築の 3 つの期間について、木造、鉄筋、RC の 3 種類の構造全てをカバーするように測定を行った。測定は空き物件、利用者が帰省などで一時的に不在としている物件を中心に行った。現在、まだ測定を継続中の物件もあるため最終的な物件数は確定していないが 60-70 件の物件について測定できる予定である。なお、空き物件と家具あり物件では計測値に差が出ることも予想され、今後詳しく検証していく。

4.2 測定結果

断熱性能の簡易指標 D の計算結果を図 2 に示す。左カラムが軽量鉄骨物件 (1996)、右カラムが木造物件 (2015) である。上段が計測した屋内外の温度の時系列変化を示し、下段がそこから計算した D 値を示している。これを見ると、 D 値は木造物件 (2015) のほうが格段に小さく、その断熱性能が優れていることがわかる。冷暖房費はこの断熱性能と部屋の広さ、用いる冷暖房器具がわかるとおおよその参考値が出せるため、簡易な省エネ性能の指標として利用できる。

騒音の計測結果を図 3 に示す。横軸は時間である。図 3(a) は比較的外が静かで 40dB 程度で安定しているため、室内も 32dB 付近で安定している。一方、図 3(b) では外で 45-60dB の騒音が発生し、それにつられて室内の騒音レベルも少し高めになっていることがわかる。また、夜間にも騒音が発生している様子が見て取れる。屋外の騒音レベルは、建物の防音性能だ

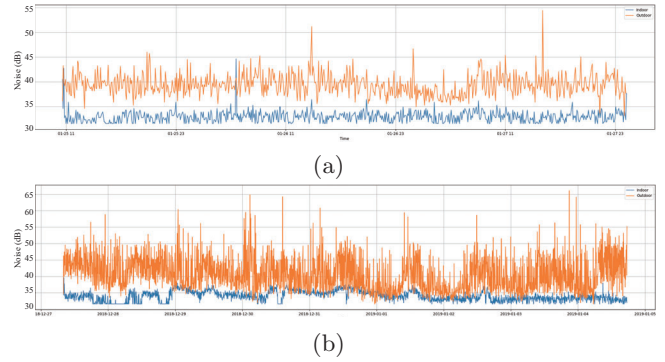


図 3: 騒音の計測値。

けでなく、窓を開放したときの騒音レベルを推定するのにも利用できる。

5. まとめ

本稿では、我々が従来より開発している住心地評価・可視化用 IoT センサを用いて、断熱・防音性能解析のための簡易的な定量化指標と実測例を示した。断熱・防音性能ともに物件により大きな性能差があることが可視化された。断熱・防音性能はこれまで消費者には不明であり、物件同士の客観的な比較も難しかった。このような情報は消費者にとって有益な参考情報になる可能性がある。また、不動産物件所有者・管理者にとっても、例えばリノベーションによる性能向上などを客観的に評価するための参考情報となりうると考えている。現在実証のための大規模実験を実施中で、近い将来の実用化を目指している。

参考文献

- [大淵 16] 大淵友暉, 山崎俊彦, 相澤清晴, 鳥海哲史, 林幹久, “不動産物件の快適度評価のための IoT センサ実装と評価,” ITE 冬期大会, 11C-4, 2016.
- [大淵 17a] 大淵友暉, 山崎俊彦, 相澤清晴, 鳥海哲史, 林幹久, “IoT センサを用いたマンション物件計測と快適度評価,” JSAI, 1H2-OS-15a-4, 2017.
- [大淵 17b] 大淵友暉, 山崎俊彦, 鳥海哲史, 林幹久, 野澤祥子, 高橋翠, 遠藤利彦, 秋田喜代美, “保育施設における IoT カメラを用いた環境・行動解析,” IEICE-MVE, 信学技報, vol. 117, no. 217, MVE2017-15, pp.7-11, 2017.
- [Obuchi 18] Yuki Obuchi, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa, Satoshi Toriumi, Mikiyara Hayashi, “Measurement and Evaluation of Comfort Levels of Apartments Using IoT Sensors,” ICCE2018, pp. 864-869, 2018.