

## IoT センサを用いたマンション物件計測と快適度評価

## Measuring and Evaluating Comfortability of Apartments using IoT Sensors

大淵 友暉<sup>\*1</sup>      山崎 俊彦<sup>\*1</sup>      相澤 清晴<sup>\*1</sup>      鳥海 哲史<sup>\*2</sup>      林 幹久<sup>\*2</sup>  
 Yuki Obuchi      Toshihiko Yamasaki      Kiyoharu Aizawa      Satoshi Toriumi      Mikihisaya Hayashi

<sup>\*1</sup>東京大学      <sup>\*2</sup>株式会社フューチャースタANDARD  
 The University of Tokyo      Future Standard Co., Ltd.

We developed IoT sensors for evaluating comfortability of real estate. The IoT sensor can measure temperature, humidity, illuminance and acceleration, and record sound and video. We measured these items in apartments using the IoT sensors. From this experiment, we succeeded in evaluating the difference of comfortability in the rooms. For example, we quantitatively indicated that the upper floor room got more sunshine than the lower floor room although the two rooms were in the same building. And in the apartment buildings beside an railroad or an expressway, the rooms have little noise if they're facing to different directions from them.

### 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、値段、間取り、住みやすさなど様々なものがある。物件の場所、値段、間取りなどに関しては消費者が定量的に、もしくは直接見て評価できた。しかし、物件の住みやすさは例えば物件が鉄道や国道に近いかな否か、南向きか北向きかといったことから予想されるのみであり、これまで定性的にしか評価されることはなかった。消費者が物件の住みやすさを定量的に評価することが難しいのが現状である。そこで、本研究では日当たりなどといった快適度の要因を計測できるような IoT センサを設計し、その計測結果から物件の快適度を定量的に評価できることを示した。

### 2. 関連研究

近年、IoT デバイスが急増している。例として、オムロンの環境センサ [1] や NETATMO [2] というものがある。これらは屋内または屋外において温度、湿度、気圧、騒音などを計測するというものであり、住居環境の管理を目的としている。また、IoT デバイスを用いて大気汚染や水質汚染などを計測するという研究もなされている。例えば、大気中の PM2.5 密度レベルをリアルタイムに監視する手法が提案されている [3]。このように IoT に大変な注目が集まる中、本研究では特に IoT デバイスを用いた空き家物件の快適度の計測に焦点を当てた。

### 3. IoT センサの設計

本研究では温度、湿度、明るさ、振動、騒音、人通りを快適度の要因とする。温度と湿度は温湿度センサ、明るさは照度センサ、振動は加速度センサ、騒音と人通りはマイクとカメラというように、安価なセンサ類を用いて要因をまとめてかつリアルタイムで計測できるような IoT を設計した。設計した IoT センサの外観を Fig. 1 に示す。すべて Raspberry Pi で制御を行い、温湿度、明るさは 30 秒に 1 回計測を行い、振動はおよそ 110 Hz のペースで計測を行う。この IoT センサは電源を接続するだけで計測を開始し、インターネット環境に繋がっていれば計測データを自動的にクラウドに転送する。これまでの住環境計測用 IoT センサとの違いはリアルタイムでデータがクラウド上に集約されること、端末で簡単な処理が可能であり、例えば人物検出、予め指定した条件でのアラート送などができる点である。

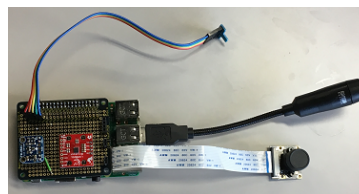


Fig. 1: IoT センサ外観

Table 1: 計測したマンション物件

物件位置	階数	向き	間取りなど
港区高輪	3 階	東	2LDK
	10 階	東	2LDK
品川区北品川	5 階	西	1K, 鉄道沿い
	14 階	東	1K
港区南青山	5 階	南	1R
	6 階	北東	1K, 高速道路沿い

### 4. 実験

Table 1 にあるような東京都にある 3 件 6 部屋のマンション物件で計測を行った。高輪の物件では各部屋の中心付近に 3 か所ずつ、北品川の物件では窓側内側の 2 か所ずつ、南青山の物件では 5 階の部屋では 1 か所で 6 階の部屋では窓側内側の 2 か所に IoT センサを設置した。ここでは特に違いが計測された照度、温度、騒音について紹介する。振動はどの物件でも計測されず、鉄道・高速道路沿いの建物でも振動の影響はないことがわかった。

各物件の照度について比較した結果を Fig. 2 に示す。これは日の出から日の入りまでの日照時間を 100 % としたときの、300 lx および 1000 lx を超えた照度が計測された時間の割合で比較を行ったものである。一般的に 300 lx が食事などに必要とされる照度で、1000 lx は裁縫など細かい作業に必要な照度とされている。Fig. 2 より、北品川の 5 階の西向きの部屋や南青山の 6 階の北東向きの部屋を見ると、部屋の内側は 300 lx 以上の割合が 20~30 % 程度と低いことがわかる。しかし、北品川の 14 階の東向きの部屋では、内側でも 300 lx 以上の割合が 80 % 以上と窓側と遜色なく日当たりがよいことがわかる。これは北品川の 14 階の部屋では南側にも小さな窓があり、部屋の内側にも日が入りやすくなっているためであると考えられる。また、南向きの南青山の 5 階の部屋では 1000 lx 以上の割合が 60 % 近くあり、最も日当たりがよいことがわかる。

連絡先: 大淵友暉, 東京大学大学院情報理工学系研究科,  
 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, TEL: 03-5841-6761,  
 E-mail: obuchi@hal.t.u-tokyo.ac.jp

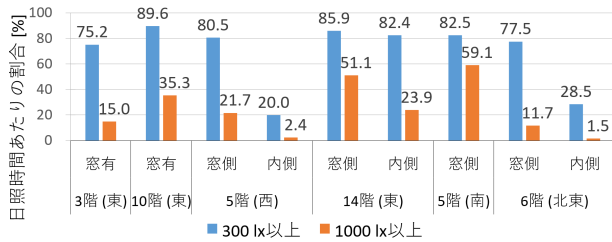


Fig. 2: 照度の比較

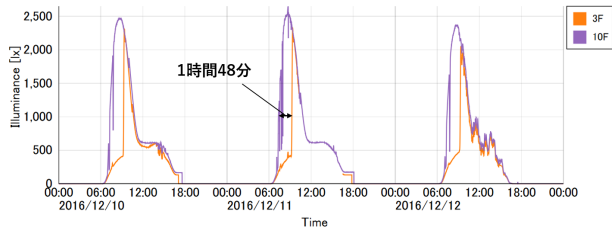


Fig. 3: 階数による照度の比較 (高輪)

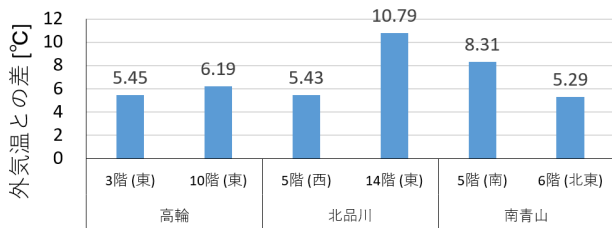


Fig. 4: 外気温との平均温度差

高輪のマンションの窓のある部屋については2部屋ともに東向きであるにもかかわらず、300 lx以上、1000 lx以上ともに10階の部屋の方が割合が大きく日当たりがよいことがわかる。この窓のある部屋について、ある3日間の照度の様子をFig. 3に示した。3階、10階ともに午前中に2000 lxを超える照度のピークが観測されており、これは部屋に日が当たっている時間帯であると考えられる。しかし、照度のピークが訪れるのが10階に比べ3階の部屋では平均で1時間48分遅れていることがわかった。低層階では周辺の建物により日が遮られやすいことが原因であろう。また、どちらも東向きであるため午前中に照度のピークを迎え、午後は500 lx程度しかない。

Fig. 4に各部屋の外気温との平均温度差を示す。高輪の物件では3階と10階で温度差が1°C未満とあまり差がないことがわかる。また、高層で南側にも窓のある北品川の14階の部屋の方が、単に南向きの南青山の5階の部屋よりも暖かいことがわかった。高輪の物件の10階の窓のある部屋とない部屋で温度を比較すると (Fig. 5)、一般的に日当たりがよい窓側の部屋の方が暖かいと考えられるが、外気温にさらされやすいため冬場では窓側の部屋の方が温度が低いことがわかった。

Fig. 6に各物件の騒音の比較結果を示す。これは一日あたりの50~60 dBおよび60 dB以上の音の割合を示したものである。一般的に50~60 dBが生活において我慢できるが大きく聞こえる音であり、60 dB以上が騒音とされる音である。ここではいずれも窓を閉めた状態での結果である。50~60 dBの割合が最も大きいのは高速道路沿いの南青山の6階の部屋であり、60 dB以上の割合が最も大きいのは鉄道沿いの北品川の5階の部屋であることがわかった。これは音の大きさは車より電車の方が大きい、交通量の多い高速道路側の方が持続的に大きい音が発生するであると考えられる。また、鉄道や高速道路が近くにある物件でも部屋がそれらと反対側や高層階にあれば、高輪の物件の3階の部屋と同等の結果を示しており、鉄道や高速道路による騒音が少ないこともわかった。

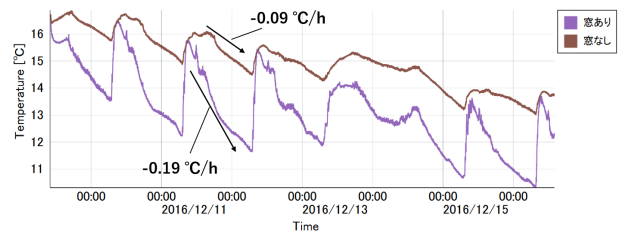


Fig. 5: 窓の有無による温度の比較 (高輪)

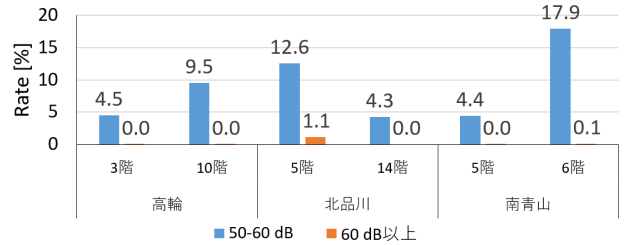


Fig. 6: 騒音の比較

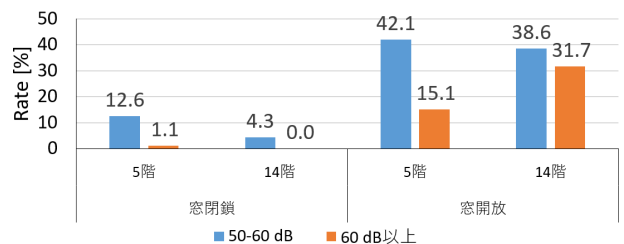


Fig. 7: 窓開閉による騒音の比較 (北品川)

北品川の物件において Fig. 6にあるように、窓を閉めた状態では鉄道側の5階の部屋の方が14階の部屋よりも騒音が大きかった。しかし、窓を開けた状態で比較すると、Fig. 7より鉄道側でない14階の部屋の方が60 dB以上の割合が高く、騒音が大きかったことがわかった。これは高層階の方が周りの音が伝わりやすいのと高層階ゆえの強風が原因であると考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、これまで定性的にしか評価されてこなかった温度や日当たりといった不動産物件の快適度を、安価なセンサ類で作成したIoTセンサを用いて計測することにより、快適度を定量的に評価するという手法を提案した。

温度、湿度、照度、振動の計測と同時に映像の録画を行うIoTセンサを開発し、実際にあるマンション物件で計測を行った。同じ物件でともに東向きであっても階数によって日当たり始める時間に平均1時間48分のずれがあることなど、特に照度、温度、騒音について顕著な違いが得られた。この3点について物件を比較すると、部屋の内側でも日当たりがよく最も暖かった北品川の14階の部屋が快適度が高く、日当たりが悪く鉄道や高速道路による騒音があった北品川の5階の部屋と南青山の6階の部屋が快適度が低いと考えられる。

## 参考文献

- [1] オムロン 環境センサ,  
<http://www.omron.co.jp/ecb/products/sensor/special/environmentsensor/> (2017年3月5日閲覧)
- [2] NETATMO パーソナル ウェザーステーション,  
<https://www.netatmo.com/product/weather/weatherstation> (2017年2月1日閲覧)
- [3] P. P. Ray, Internet of Things Cloud Based Smart Monitoring of Air Borne PM2.5 Density Level, in: Proceeding of IEEE CIEC, 2016.

(謝辞) 本研究の一部は科学研究費助成事業 (26700008), および不動産流通経営協会の支援を受けて行われた。