

# BLE ビーコンと NFC タグを用いて執務者の離席操作を自動化する照明制御システム

中原 蒼太  
Sota NAKAHARA

## 1 はじめに

我々は執務者の快適性・知的生産性の向上を目的とした知的照明システムの研究を行っており<sup>1)</sup>、実オフィスの一面にシステムを導入することでその有用性を検証している。知的照明システムでは、執務者は在離席する際に照度センサの在離席ボタンを押すか、Web 上で在離席操作を行う必要がある。しかし複数の実証実験から、退社時に離席操作を行わない執務者が多いことがわかった。離席操作を行わずに執務者が退社した場合、執務者のいない場所に不要な明るさを提供し続け、省エネルギー性が低下する。

そのため、我々は BLE ビーコン (以下、ビーコン) とスマートフォンを用いて、執務者の在離席を検知することでシステムが自動的に在離席処理を行うビーコン型知的照明システムの研究を行っている。執務者の座席が決められているオフィスでは、システムは執務者の入退室状況を検知することで知的照明システムにおける在離席処理を行う。それに対して、近年執務者が作業する座席を自由に決めることができるフリーアドレスオフィスに注目が集まっており、導入する企業が増加している。<sup>2)</sup>

しかし、フリーアドレスオフィスでは、在離席を検知しシステムが在離席処理を行うために、執務者の入退室状況だけでなく執務者の着席位置を検知する必要がある。そのため、現在のビーコン型知的照明システムでは、近接域のみに電波を発信する近接特化型ビーコンを各席に設置することで執務者の位置の特定を行う。

ビーコンの電波は設置場所や障害物の有無、出力電波強度によって、受信可能範囲が変化する。そのため、各席に近接特化型ビーコンを設置する現在のビーコン型知的照明システムでは、隣の席のビーコン電波を受信するなどの意図しない位置特定が行われる場合があることがわかった。

そこで本研究では、近接特化型ビーコンを NFC<sup>3)</sup> タグに置き換え、執務者が着席時に NFC タグにスマートフォンをかざすことで座席位置を特定する新たな照明制御システムを提案する。これにより、ビーコン電波を用いた座席検知における隣席の誤検知を防止する。本研究では、執務者が作業する座席を自由に決めることができるフリーアドレスオフィスを想定する。

## 2 BLE ビーコンと NFC タグを用いた照明制御システム

### 2.1 概要

BLE ビーコンと NFC タグを用いた照明制御システムは、ビーコンと NFC タグ、スマートフォンを用いることで離席操作を自動化する照明制御システムである。離席操作

を自動化することで退社時の離席操作忘れを防止し、省エネルギー性を向上することが可能である。BLE ビーコンと NFC タグを用いた照明制御システムの構成図を Fig.1 に示す。

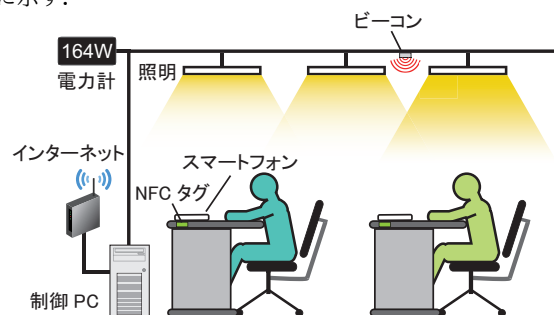


Fig.1 BLE ビーコンと NFC タグを用いた照明制御システムの構成図

執務者が部屋に入室すると、部屋に設置したビーコンの電波をスマートフォンが受信し、執務者の入室を検知する。そして、執務者が机に設置した NFC タグを読み取ると座席特定が完了し、システムは在席処理を行う。執務者が部屋から退室すると、スマートフォンは部屋に設置したビーコンの電波を受信しなくなったことを検知し、システムに離席処理命令を送信する。これにより、執務者の座席が決められていないノンテリトリアルオフィスにおいても、離席処理の自動化を実現する。

以下に、在席までの流れを示す。

- (1) 執務者が部屋に入室する
- (2) スマートフォンはビーコン電波を受信することで部屋への入室を検知する
- (3) 執務者が座席に着席し、設置された NFC タグにスマートフォンをかざす
- (4) スマートフォンは NFC タグから座席 ID を読み取り、制御 PC へ在席命令を送信する
- (5) 在席処理が完了し、照明を調光する

以下に離席までの流れを示す。

- (1) 執務者が部屋から退室する
- (2) スマートフォンはビーコン電波を受信できなくなったことを検知し制御 PC へ離席命令を送信する
- (3) 離席処理が完了し、照明を調光する

## 3 照度収束実験

### 3.1 概要

本システムの動作実験を行うにあたり、香知館 104 号室の多目的エリアに数値計画法を用いて個別照度環境を実現

する照明制御システムを構築した。この照明制御システムの実現照度の精度の予備実験を行う。

### 3.2 実験環境

本実験は香知館 104 号室の多目的エリアで行った。多目的エリアの大きさは 4.8 m × 3.6 m であり、調光可能な LED 照明を 6 台設置した。机は幅 0.75 m × 奥行き 0.5 m × 高さ 0.7 m の机を 8 台用いて対向島型に配置し、一般的なオフィスの机の大きさである幅 1.2 m となるよう執務スペースを 4 席分設定した。その各席分の執務スペースの中央にデジタル照度センサを設置した。実験環境を Fig. 2 に示す。

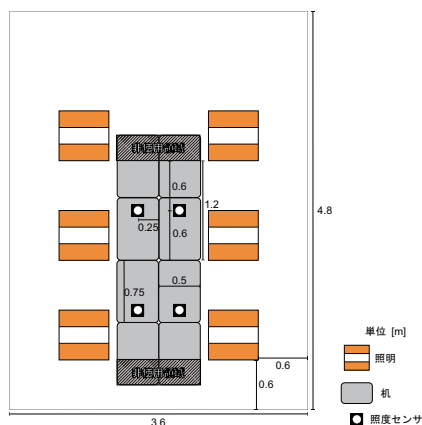


Fig.2 照度収束実験環境

Fig. 2 の環境で、目標照度が 100 lx 間隔で離席と 300 lx から 700 lx の 6 通り、照度センサ 4 台、計 1295 通りの場合において、照度収束精度を検証した。

### 3.3 実験結果

全通りの場合において、データ数は 4320、各照度センサで実測した照度と目標照度との平均誤差は 23.2 lx、最大誤差は 175.7 lx であった。この場合での照度誤差のヒストグラムを Fig.3 に示す。この中には物理的に実現不可能な

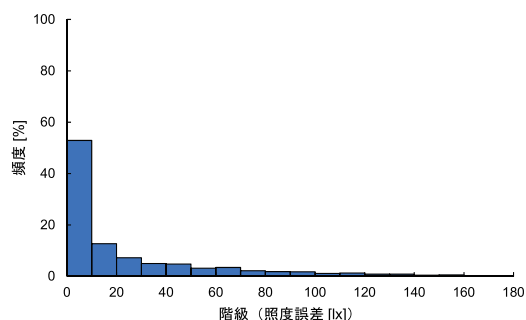


Fig.3 照度誤差ヒストグラム（全パターン）

目標照度パターンも含まれている。最も近い照度センサ間 (0.5m) の目標照度差が 300 lx を超える場合を除いた場合での誤差ヒストグラムを Fig.4 に示す。

この場合でのデータ数は 2880、平均誤差は 11.2 lx、最大誤差は 96.4 lx となり、物理的に実現可能な目標照度パターンにおいては、個別照度を提供していると考えられる。結果から、本照明制御システムは個別照度環境を実現でき

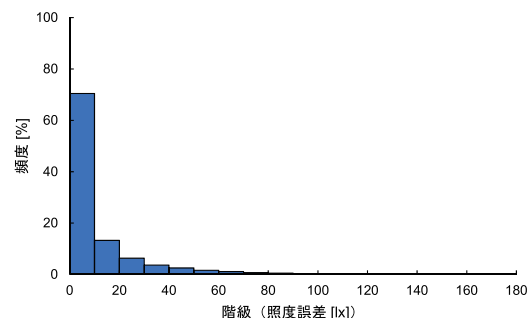


Fig.4 照度誤差ヒストグラム（隣接 200 lx 以内）

ることがわかった。

## 4 BLE ビーコンと NFC タグを用いた照明制御システムの動作実験

### 4.1 概要

本研究で提案する、BLE ビーコンと NFC タグを用いた照明制御システムが正常に座席検知、離席処理が行われるか動作実験を行った。実験者は 1 名、検証期間は 4 日間とし KC104 への入退室を自由に行った。また、無線 LAN と携帯回線の切り替えによる通信環境不良を防止するため、無線 LAN はオフに設定し、携帯回線のみで実験を行った。

### 4.2 実験結果

実験期間の 2 日間で計 56 回の入退室があった。入室、退室の検知成功回数および成功率を Table1 に示す。

Table1 入退室検知実験結果

|    | 実際の回数 | 検知成功回数 | 検知成功率 |
|----|-------|--------|-------|
| 入室 | 28    | 28     | 100%  |
| 退室 | 28    | 28     | 100%  |
| 計  | 56    | 56     | 100%  |

入室、退室いずれの場合においても、検知成功率は 100% となり、正しく入退室検知が可能であることを確認した。

## 5 今後の展望

本論文では、BLE ビーコンと NFC タグを用いた照明制御システムの基礎的な動作を確認した。今後は実利用を想定し、長期的な利用実験を行い、離席検知成功率を検証しようと考えている。そして、本システムで執務者の退室を検知することが可能になったことによる省エネルギー性も検証したい。

## 参考文献

- 1) 知的照明システムと知的オフィス環境コンソーシアム。人工知能学会誌, 2011.
- 2) 三菱地所 (2017). 生産性向上による新たな価値創造に向け、「働き方改革推進委員会の創設」及び「本社移転」を決定。 [http://www.mec.co.jp/j/news/archives/mec170216\\_headoffice.pdf](http://www.mec.co.jp/j/news/archives/mec170216_headoffice.pdf) (閲覧日: 2017 年 8 月 10 日)。
- 3) NFC Forum(2017). What Is NFC? - NFC Forum — NFC Forum. <https://nfc-forum.org/what-is-nfc/> (閲覧日: 2017 年 8 月 10 日)。