

オフィスワーカー行動モニタリングデータに基づく ワーカー行動時空間分布推定と部署間活動量の関係について

樋上貴大*・大佛俊泰**

Relationships between Office Workers' Activities and Their Spatiotemporal Distributions Extracted from Behavior Monitoring Data

Takahiro HIKAMI, Toshihiro OSARAGI

Abstract: Researches carry out to understand the usage of space and movement or retention behavior of people in a building by obtaining their location information using wireless measurement technology. However, there is a disadvantage of the beacon terminals that the accuracy of the location data is low, although it is easy to use personal identification information. In this study, by correcting and interpolating the positional coordinates obtained from the beacon terminals and extracting the activities of office workers, we estimate the Spatiotemporal distribution of worker's behavior and consider the relationship between the amount of interdepartmental activity and worker's behavior.

Keywords: 行動モニタリング (behavior monitoring), ビーコン端末 (beacon terminal), オフィスワーカー (office worker), 時空間分布 (spatiotemporal distribution), 交流状態 (face-to-face communication), 部署間活動量 (interdepartmental activity)

1. はじめに

無線計測技術を活用して建物内の人々の位置情報を取得し、空間の使われ方や移動・滞留行動の解明を試みる研究が進められている。例えば、井関・萩原 (2018) は、Bluetooth 信号により通信を行うビーコン端末 (以下、ビーコン) を用いて位置情報を取得し、同時刻に会議室にいたオフィスワーカー (以下、ワーカー) の交流を判定・抽出している。しかし、ビーコンから取得される位置座標の精度の低さから、交流や着座などの精緻なワーカー行動の抽出はなされていない。そこで筆者らはこれまで、ビーコンから得られる行動モニタリングデータを補正・補間することで、ワーカーの詳細な位置座標を同定する手法を構築した。その上で、個人識別情報を活用しやすいというビーコンの特長を活かして、抽出したワーカー行動から部署間活動量の定量的な評価を行い、ワーカー業務特性や部署間連携について考察してきた (樋上・大佛, 2020)。本稿ではこれを発展

させ、ワーカー行動とオフィス空間の使われ方の関係性を分析する。具体的には、ワーカー行動の時空間分布を推定し、部署間活動量との関係性について考察する。

2. ビーコンによる行動モニタリング

2.1. オフィスワーカー行動モニタリング

某社オフィスビルの執務室と会議室を含む複数

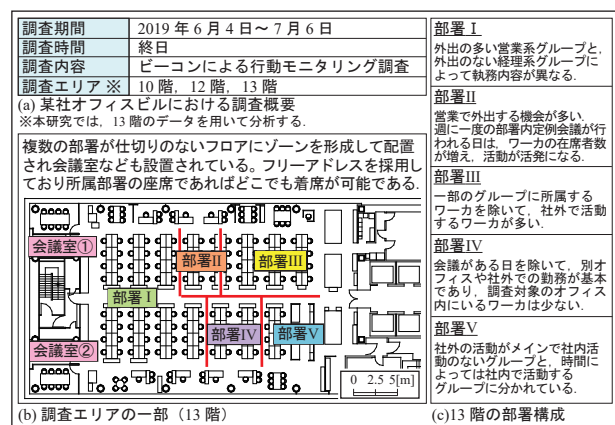


図-1 オフィスワーカー行動モニタリング調査と部署の概要

* 学生会員 東京工業大学環境・社会理工学院 (Tokyo Institute of Technology)
〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1 E-mail: hikami.t.aa@m.titech.ac.jp
** 正会員 東京工業大学環境・社会理工学院 (Tokyo Institute of Technology)

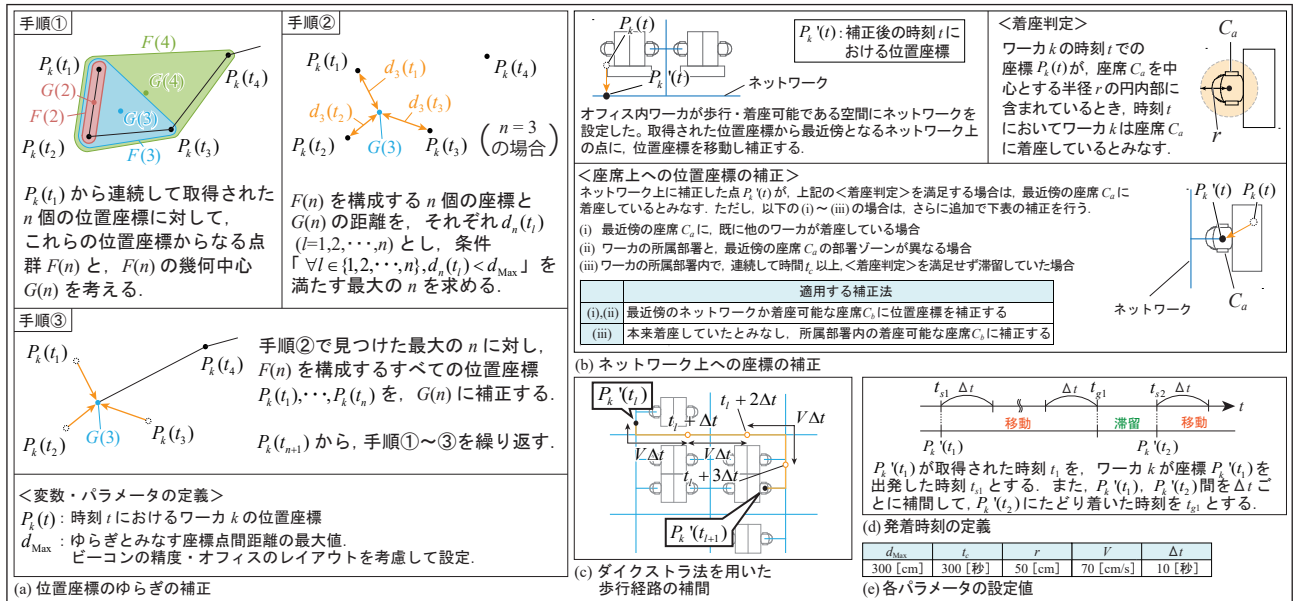


図-2 位置座標の補正・補間方法

のフロアにおいて、約1ヶ月間にわたりビーコンを用いた行動モニタリング調査が実施され、ワーカーの個人識別情報と紐づけられた位置情報が取得されている(図-1)。本研究では、これを原データとした。

2.2. 位置座標の補正・補間方法

ビーコンから取得したデータは、計測間隔が平均3分程度と長く、位置座標の精度が低いため、一般にはワーカーの詳細な移動行動を知ることは難しい。そこで、オフィス平面や家具レイアウト等を考慮したワーカーの着座・空間移動モデルを構築し、位置座標の補正・補間を行った(図-2)。具体的には以下の通りである。

位置座標は、ワーカー移動開始時だけでなく、一定の時間間隔で取得される。ビーコンで取得された位置座標は、計測誤差を伴って、本来の位置座標の周辺にばらついて分布する。これを位置座標のゆらぎと定義する。まず、連続する複数時点の位置座標が凝集して分布する場合には、これらはある位置を中心とするゆらぎであると考え、これらの位置座標は幾何中心で代表させた(図-2(a))。次に、歩行・着座可能空間に設定したネットワーク上に、ワーカーの位置座標を移動させ、現実空間と整合するよう補正した(図-2(b))。最後に、ワーカーは連続する位置座標間の最短経路を一定速度で移動すると仮定して、単位時間(10秒)ごとに位置座標を補間した(図-2(c))。

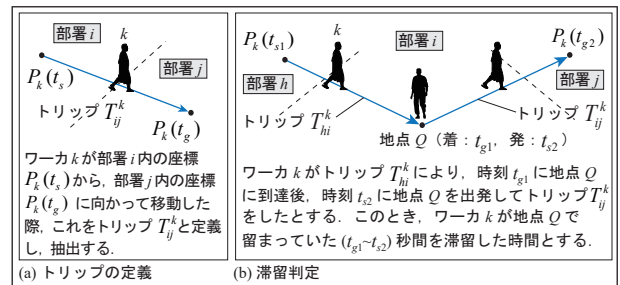


図-3 トリップ・滞留の抽出方法

また、補間データを基に、ワーカーが移動を開始した時刻 t_s と到着した時刻 t_g を同定した(図-2(d))。

3. ワーカーの時空間分布推定

3.1. トリップ・滞留の定義

分析対象オフィスでは、各部署ごとに着座ゾーンを設定した上でフリーアドレスを導入している。そこで、各部署の着座ゾーンとワーカーの動きから、部署間・部署内のトリップを抽出した(図-3(a))。また、空間移動をせずに、ある地点に留まっているワーカーについては、滞留しているものとみなした(図-3(b))。

3.2. 交流状態の定義と交流ペアの抽出

執務室内で交流している複数のワーカー(以下、交流ペア)を抽出する。具体的には、図-4(b)に示す交流条件を一定時間以上連続して満足するワーカーペア(近接して滞留するワーカーの組)を交流ペアと判定した(図-4(a))。また、同じ会議室内に同時に滞留しているワーカーペアは交流している可能性が高いことから、交流条件を満足していなくても交流ペアと判断した(図-4(c))。

3.3. 交流・着座時間の時刻および曜日推移

抽出したワーカ行動を基に、調査期間内すべての平日について、ワーカの所属部署別に交流・着座時間の時刻および曜日推移を求める。

ワーカ1人あたりの着座時間・対面交流時間の時刻推移（8～19時）を図-5(a)に示してある。部署Ⅱは対面交流時間が比較的長いのにに対し、部署Ⅳは着座時間・対面交流時間ともに他のどの部署よりも短いなど、所属部署によってワーカの着座時間や交流時間の傾向が大きく異なることが読み取れる。ただし、時刻推移に着目すると、いずれの部署においても始業時間（9時）を過ぎると着座・交流時間が増加し、昼過ぎ（13～15時）になると交流時間がピークを迎え、終業（17時）に近づくにつれ着座・交流時間が減少する傾向は共通している。

ワーカ1人あたり・1時間あたりの着座時間・対面交流時間の曜日推移を図-5(b)に示してある。どの部署においても水曜日における対面交流時間が、他の曜日に比べて少ないことがわかる。これは「水曜日がノー残業デーに指定されていることや、週の途中で作業量が少なく打ち合わせ等の機会も減少する曜日である」というヒアリング結果と符合する。

3.4. ワーカ行動の時空間分布推定

ワーカ行動の時空間分布を図-6に示してある。補正・補間後のワーカ位置座標から抽出したワーカ行動について、交流発生場所や移動軌跡の位置座標をオフィス平面上にプロットし、その座標群のカーネル密度分布を推定した。

昼休み(12～13時)には外出するワーカが増え、中央通路が頻繁に利用されるようになる様子や、終業前(16～17時)にはその日の進捗を他部署と共有するため、交流発生場所の分布が拡がりワーカの移動範囲が拡大していく様子など、時々刻々とワーカ行動の空間分布が変化する様子が確認できる(図-6(a))。また、どの時間帯においても、部署Ⅱ周辺で交流が多く、部署Ⅳ周辺で交流が少ないことがわかる。これは3.3節の部署ごとの交流時間の傾向とも合致する(図-5(a))。

役職や性別といったワーカの属性別に求めた交流発生場所の時空間分布を図-6(b)に示してある。グルー

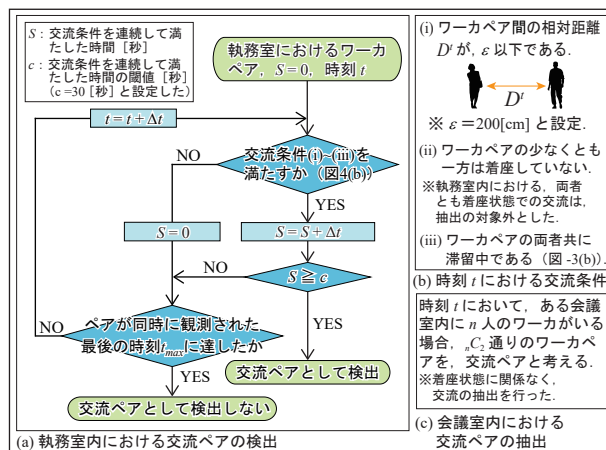


図-4 交流ペアの抽出方法

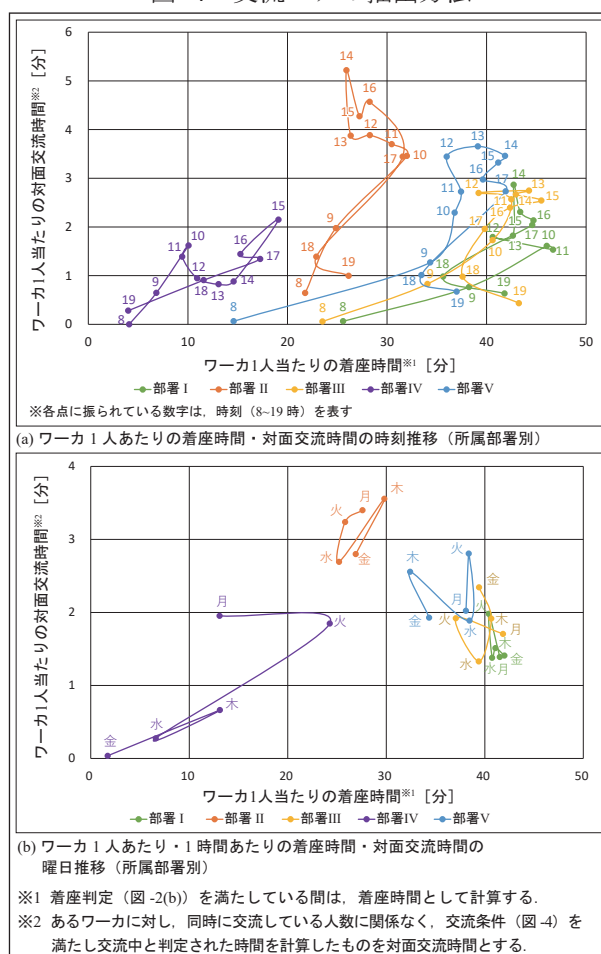


図-5 着座時間・対面交流時間の時刻および曜日推移

プリーダー（以下、GL）であるワーカは入口付近で、女性ワーカは入口から離れた執務室の隅で交流を行う機会が多いことが分かる。これは「ワーカの在席時間が長い部署Ⅲに所属するGLのもとに、他部署ワーカが訪れ交流する機会が多い」、「部署Ⅰに多く所属する女性ワーカが固まって着座し業務を行うことが多い」というヒアリング結果と符合している。

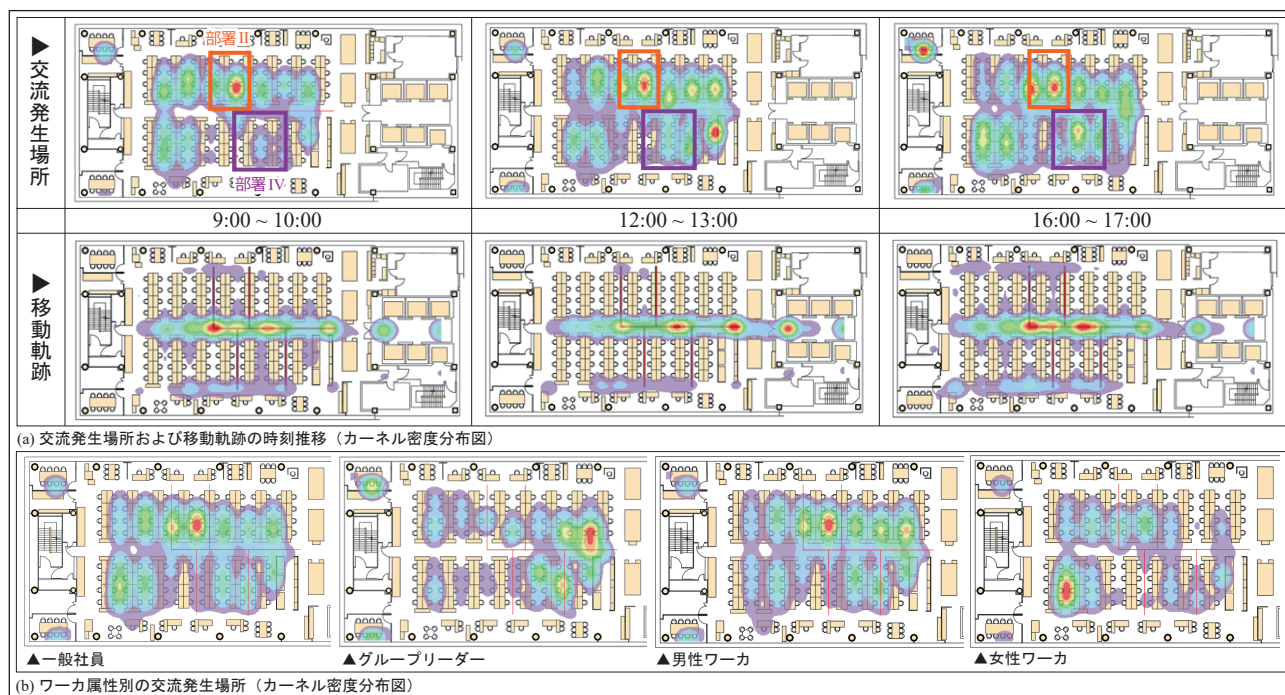


図 - 6 ワーカー行動時空間分布推定

4. トリップ・交流から見た部署間活動量評価

抽出したトリップ・滞留・交流状態に基づき、各部署に所属するワーカーの移動や交流に関する指標値 X_i , Y_i を求め、各部署 i の値を二次元空間にプロットした (図 - 7)。この図から、部署 II は「能動的に他部署へ足を運んでおり、他部署との協働性が高い」部署であり、部署 IV は「交流自体は少ないものの、他部署から訪れるワーカーとの交流が多い」部署であることが分かる。部署間交流を定量的に評価することで、時空間分布からは詳しく把握できなかった各部署のワーカー行動の特徴が把握可能となった。

5. まとめ

ビーコンを用いて取得したオフィスワーカー行動モニタリングデータを補正・補間することで、ワーカーの詳細な位置座標を同定した。これをもとにワーカー行動の抽出を行い、部署によって異なるワーカー行動の違いを示した。また、ワーカー行動の時空間分布を推定し、ワーカー行動とオフィスの使われ方の関係性を考察した。さらに、業務特性や部署間交流に関する特徴を定量的に抽出し、時空間分布のみでは把握困難な詳細なワーカー行動を抽出できることを示した。補正・補間する位置座標の精度については、目視調査等に基づく精緻なデータを用いて検証する予定である。

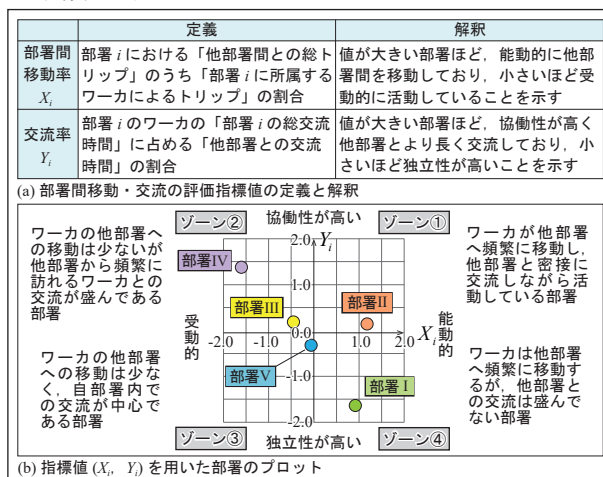


図 - 7 トリップ・交流からみた部署間活動量評価
謝辞

ご協力を賜った東急不動産株式会社の関係者各位ならびに、本稿の作成にあたりご助言をいただきました、東京工業大学の田頭まき助教に深く謝意を表します。

参考文献

- 井関晃広・萩原卓也 (2018) 屋内位置情報測定システムを利用した R&D 組織のコミュニケーション分析と活性化の検討. 「経営情報学会全国研究発表大会要旨集」, 2018 年春季全国研究発表大会, 142-145.
- 樋上貴大・大佛俊泰 (2020) オフィスワーカー行動モニタリングデータに基づくワーカー業務特性と部署間交流の抽出. 「日本建築学会大会学術講演梗概集 (CD-ROM)」, 5511.