

ワーカ行動モニタリングデータに基づくオフィスレイアウト評価手法の構築

樋上貴大*・大佛俊泰**

A Method for Office Layout Evaluation Based on Behavior Monitoring Data

Takahiro HIKAMI and Toshihiro OSARAGI

Abstract: Evaluating office layouts in terms of the closeness between workers and departments will help us plan an efficient and comfortable layout. However, a quantitative evaluation method, which takes detailed worker activities such as movement and communication into account, has not yet been established. In this study, we develop a method for evaluating office layouts based on interdepartmental closeness, which is measured using behavior monitoring data obtained from the beacon terminals in the office. In addition, we generate an office layout with optimum efficiency of worker activities and compare it with the actual layout.

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), 部署間親近度 (interdepartmental closeness), レイアウト評価 (layout evaluation), 交流状態 (face-to-face communication), 遺伝的アルゴリズム (genetic algorithm)

1. はじめに

近年、オフィスワーカー（以下、ワーカー）が効率的かつ快適に働くことができるオフィスレイアウト（以下、レイアウト）に対するニーズが高まっている。谷口ら（1994）は、施設内の設備や部門間の親近性から、レイアウト案の評価や選定を行っている。しかし、移動や交流といった詳細なワーカー活動を考慮した、定量的な評価は十分ではない。

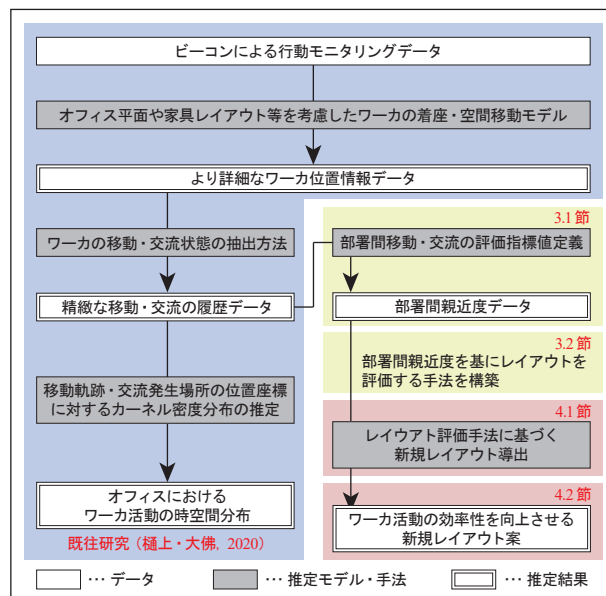
筆者らはこれまで、ビーコン端末を用いて取得したオフィス内の行動モニタリングデータから、ワーカーの移動や交流といった詳細な活動を抽出し、部署ごとに異なる業務特性を定量的に評価してきた（樋上・大佛，2020）。

本稿では、ビーコン端末を用いたオフィス内の行動モニタリングデータを用いて、部署間親近度¹⁾を基にレイアウトを評価する手法を構築する。さらに、ワーカー活動の効率性を向上させるためのレイアウトを導出する手法を提案し、実際のレイアウトとの比較を通して考察を行う（図-1）。

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データ

某社オフィスビルの執務室と会議室を含む複数のフロアにおいて、ビーコン端末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



* 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)

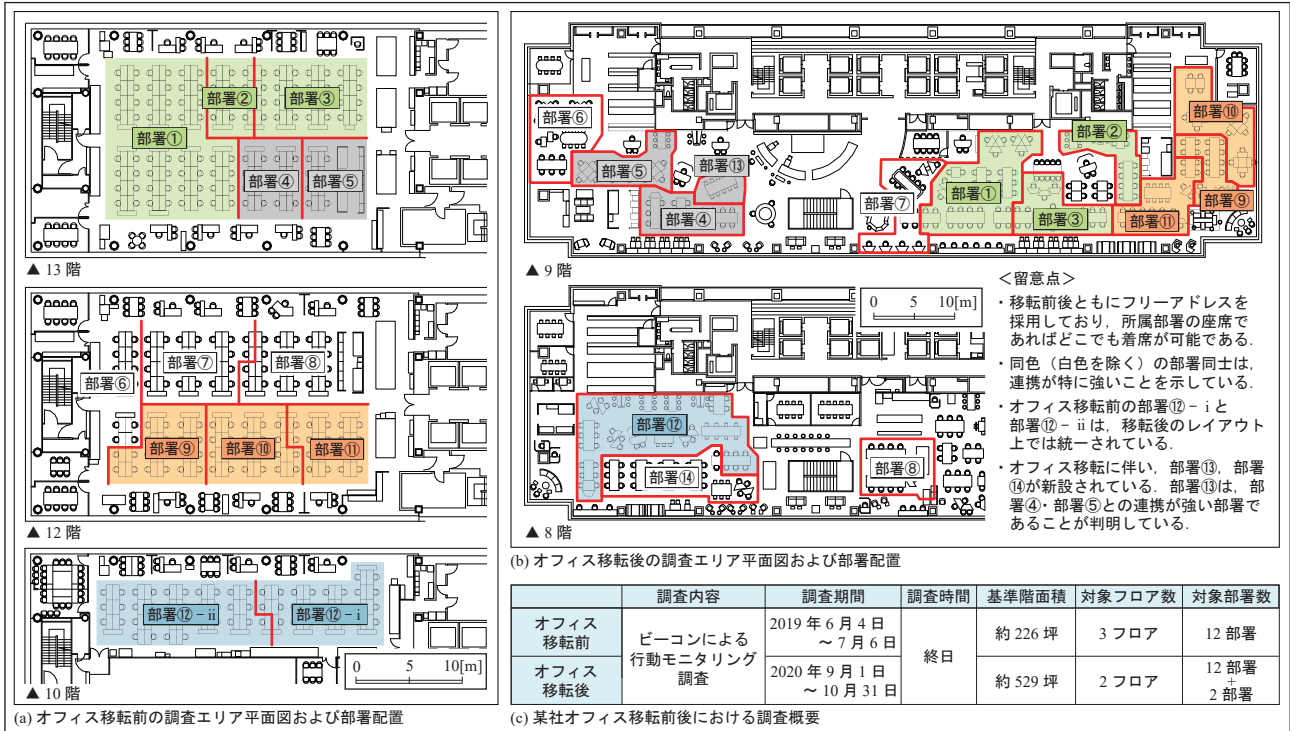


図-2 オフィス移転前後におけるワーカ行動モニタリング調査の概要

2). データはオフィス移転前および移転後の計2回について取得されている。移転に伴い、調査対象フロアが3フロアから2フロアへ減少したほか、調査対象部署が12部署から14部署へ増加している(図-2(c))。本研究では、これら移転前後の行動モニタリングデータを原データとした。

2.2. ワーカ活動の抽出

ビーコン端末から取得したデータは、計測間隔がやや長く、位置座標の精度が低いため、一般にはワーカの詳細な移動行動を知ることは難しい。そこで、筆者らがこれまでに構築したオフィス平面や家具レイアウト等を考慮したワーカの着座・空間移動モデルを用いて、ワーカの詳細な位置座標を推定した。さらに、推定した位置情報を基に、ワーカの空間移動・交流抽出モデルを用いて、各ワーカの空間移動と交流ペア²⁾を抽出した(樋上・大佛, 2020)。

3. レイアウト評価指標の定義

3.1. 部署間親近度 R_{ij} の定義

抽出した空間移動と交流を用いて、日付 d における部署 i と部署 j に所属するワーカによるトリップ数 m_{ij}^d および交流時間 n_{ij}^d を算出した(図-3(a))。また、変数 m_{ij}^d , n_{ij}^d を用いて、部署 i と部

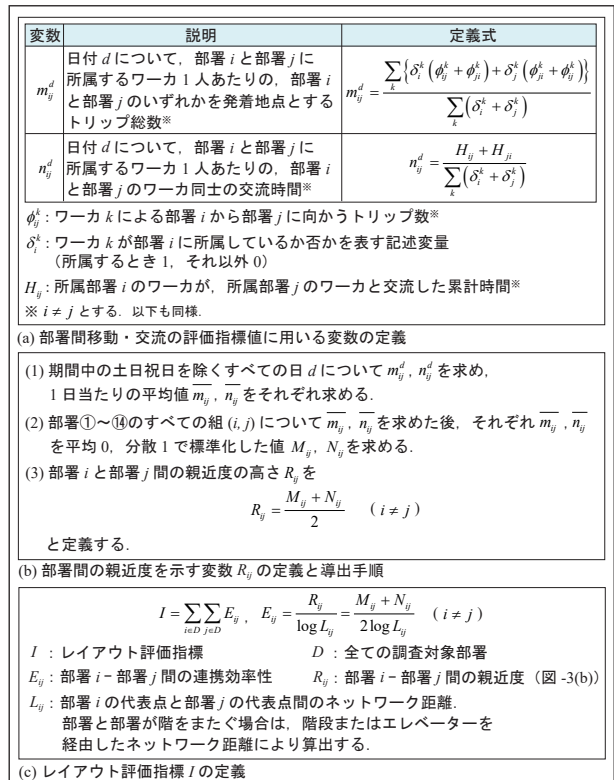


図-3 レイアウト評価手法

署 j の親近度を示す変数 R_{ij} を定義した(図-3(b))。

以上の定義を基に、移転前のオフィスにおける部署間親近度 R_{ij} を算出した(表-1)。部署 i と部署 j の組み合わせによって R_{ij} の値が大きく異なっており、トリップや交流の頻度の差が顕著に表れ

ている。また、同じフロアに配されている部署同士は比較的親近度が高く、密に連携をしていることが読み取れる。

3.2. レイアウト評価指標 I の定義

レイアウトにおけるワーカ活動の効率性を示す指標 I を定義する (図-3(c))。まず、部署 i と部署 j 間の連携効率性 E_{ij} を、部署間親近度 R_{ij} と連携のために必要な移動距離 L_{ij} により算出する。その上で、全部署間の連携効率性 E_{ij} の総和をレイアウト評価指標 I と定義する。 I の値が大きいほど、連携が強い部署同士が近くに配置されており、ワーカ活動の効率性が高いレイアウトと言える。

4. 新規レイアウトを導出する手法

4.1. 遺伝的アルゴリズムによる新規レイアウトの探索

3.2 節で定義したレイアウト評価指標 I を用いれば、部署配置の異なる新たなレイアウトについても、ワーカ活動の効率性を評価することができる。しかし、調査対象の 14 部署についてあり得る全レイアウト案に関してレイアウト評価指標 I を計算し、最適なレイアウトを見つけることは、計算負荷が高く困難である。そこで、遺伝的アルゴリズム (以下、GA) を用いて、レイアウト評価指標 I が最大となるような新規レイアウトを探索する (図-4)。各個体の評価値をレイアウト評価指標 I とし、交叉や突然変異による選択淘汰を繰り返すことで、より評価指標 I の高いレイアウト案を探索する³⁾。

4.2. 新規レイアウトとオフィス移転前後のレイアウトの比較

オフィス移転前の部署間親近度 R_{ij} (表-1) を基に、GA を用いて、移転後オフィスにおける新規レイアウト (以下、新規レイアウト(1)) を導出する (図-5(a))。新規レイアウト(1)を見ると、部署間親近度の高い部署同士 (A, B, C) が近くに配置されている。一方で、他部署との親近度が低い部署⑫は、部署数が少ない 8 階のなかでも、他部署のゾーンから離れた場所に配置されている。すなわち、連携が強い部署同士が近くに配置され、連携が弱い部署が離れて配置されており、ワーカ活動の効率

表-1 移転前オフィスのワーカ活動を基にした部署間親近度クロス表

	13階					12階					10階	新設 ^{※2}		
	部署①	部署②	部署③	部署④	部署⑤	部署⑥	部署⑦	部署⑧	部署⑨	部署⑩	部署⑪	部署⑫	部署⑬	部署⑭
13階 部署①	0	1.90	0.19	0.71	-0.18	-0.42	-0.28	-0.36	-0.46	-0.52	-0.52	-0.54	0.32	0
部署②	1.90	0	1.06	0.11	-0.34	-0.32	-0.42	-0.52	-0.25	-0.52	-0.51	-0.54	-0.09	0
部署③	0.19	1.06	0	0.10	-0.10	-0.40	-0.31	-0.47	-0.40	-0.49	-0.46	-0.54	0.04	0
部署④	0.71	0.11	0.10	0	0.28	-0.37	-0.41	-0.50	-0.50	-0.52	-0.50	-0.54	0.33	0
部署⑤	-0.18	-0.34	-0.10	0.28	0	-0.48	-0.45	-0.53	-0.52	-0.53	-0.51	-0.54	0.33	0
12階 部署⑥	-0.42	-0.32	-0.40	-0.37	-0.48	0	1.21	-0.41	-0.10	-0.46	-0.48	-0.54	-0.41	0
部署⑦	-0.28	-0.42	-0.31	-0.41	-0.45	1.21	0	2.78	1.07	1.21	0.24	-0.50	-0.42	0
部署⑧	-0.36	-0.52	-0.47	-0.50	-0.53	-0.41	2.78	0	0.07	0.97	1.67	-0.53	-0.51	0
部署⑨	-0.46	-0.25	-0.40	-0.50	-0.52	-0.10	1.07	0.07	0	3.55	0.26	-0.54	-0.51	0
部署⑩	-0.52	-0.52	-0.49	-0.52	-0.53	-0.46	1.21	0.97	3.55	0	3.97	-0.53	-0.52	0
部署⑪	-0.52	-0.51	-0.46	-0.50	-0.51	-0.48	0.24	1.67	0.26	3.97	0	-0.52	-0.50	0
10階 部署⑫	-0.54	-0.54	-0.54	-0.54	-0.54	-0.54	-0.50	-0.53	-0.54	-0.53	-0.52	0	-0.54	0
新設 ^{※2} 部署⑬	0.32	-0.09	0.04	0.34	0.33	-0.41	-0.42	-0.51	-0.51	-0.52	-0.50	-0.54	0	0
部署⑭	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

※1 部署⑫は、部署⑫-i、部署⑫-ii のトリップ数・交流時間の合算値を求めた後、全体と併せて正規化を行った。
 ※2 オフィス移転と共に新設された部署に関しては、ワーカからのヒアリングを基に親近度を設定した。部署⑬は、連携が強く働き方が似ている部署④・部署⑤のトリップ数・交流時間の平均値をとった後に、全体と併せて正規化を行った。また部署⑭は、移転時には他部署との関係は特に想定されていなかったため、他のすべての部署との親近度を 0 と設定した。

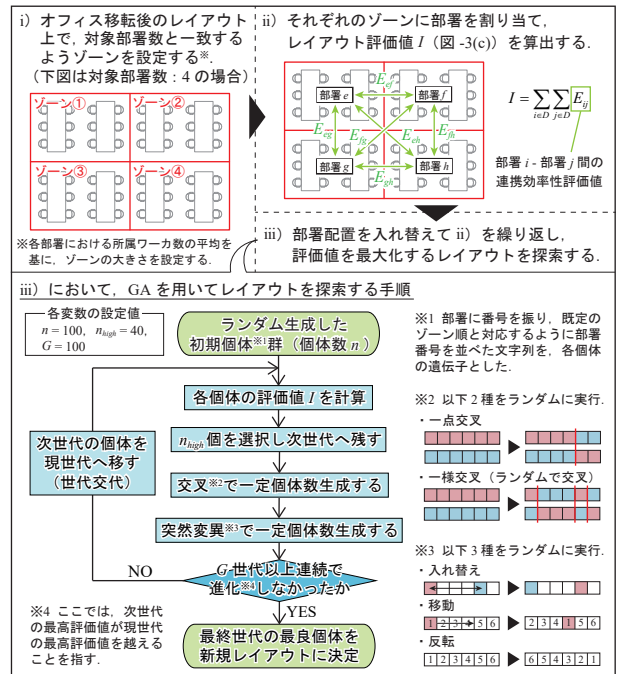


図-4 新規レイアウトの探索手順

性が高いレイアウトの導出に成功している。

さらに、オフィス移転後の部署間親近度 R_{ij} を基に、GA を用いて、移転後オフィスにおける新規レイアウト (以下、新規レイアウト(2)) を導出する。紙面の都合上、新規レイアウト(2)の図は割愛するが、移転後の実際のレイアウトと酷似している部署配置となった。また、レイアウト評価指標 I に関して、移転後の実際のレイアウトと新規レイアウト(2)を比較すると、僅かではあるが新規レイアウト(2)の方が高い値を示す (図-5(b))。すなわち、実際のレイアウトは、評価指標が最大である新規レイアウト(2)と比べて遜色なく、ワーカ活動の効

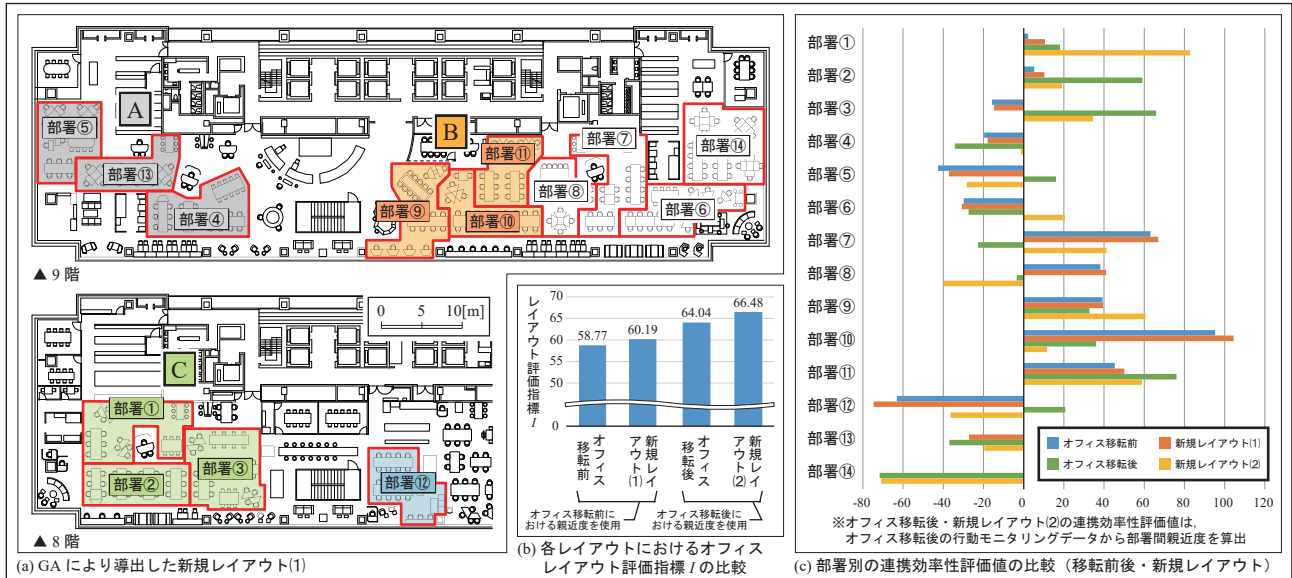


図-5 提案手法により導出した新規レイアウトとオフィス移転前後のレイアウトの比較

率性が高いレイアウトとなっていると言える。一方で、移転後の実際のレイアウトと新規レイアウト(2)において、連携効率性評価値が大きく異なる部署が散見された(図-5(c))。レイアウト評価指標 I が最大化されても、部署によっては連携効率性が低下する可能性がある点に注意が必要である。

以上、提案した手法によりレイアウトを定量的に評価することで、ワーカ活動の効率性を可視化し、より効率的に働けるレイアウトを導出できることを示した。

5. まとめ

ビーコン端末で取得したオフィス内の行動モニタリングデータを基に、レイアウト評価指標を定義することで、新規レイアウトを導出する手法を構築した。また、この手法により導出した新規レイアウトと実際のレイアウトは酷似しており、本手法によればワーカ活動の効率性を向上させるためのレイアウトが可能であることを示した。ただし、構築した手法では、部署ごとの所属人数や将来的な働き方の変化を考慮したレイアウトの提案は困難である。より柔軟なレイアウト案の提案は今後の課題である。

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。

注

- 1) 本稿では、密に連携が行われている部署間ほど親密度が高いと定める。
- 2) ワーカ間の相対距離や、着座・滞留判定からなる交流条件を、一定時間以上連続して満足するワーカペアを交流ペアと判定した。
- 3) GAは近似解を探索するアルゴリズムである。本稿ではGAを適当な回数実行し、複数回導出された最高評価値のレイアウトを最適解とした。

参考文献

- 谷口勝洋・石舘達二・高橋輝男・吉本一穂(1993) 多次元尺度構成法を用いた空間レイアウト過程：第1報，レイアウト対象の座標プロット段階まで，日本機械学会論文集(C編)，59巻，566号，pp. 3205-3210。
- 谷口勝洋・雨宮東一郎・吉本一穂・大野卓司(1994) 多次元尺度構成法を用いたレイアウト案の評価手法，日本機械学会論文集(C編)，60巻，572号，pp. 1470-1475。
- 樋上貴大・大佛俊泰(2020) オフィスワーカ行動モニタリングデータに基づくワーカ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。