

令和 6 年 4 月 19 日現在

機関番号：13903

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2023

課題番号：18K18160

研究課題名（和文）移動データからの人間行動の科学的分析

研究課題名（英文）Scientific analysis of human behaviour from mobility data

研究代表者

武藤 敦子（Mutoh, Atsuko）

名古屋工業大学・工学（系）研究科（研究院）・准教授

研究者番号：90378240

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：企業の入退室履歴データから社内での移動行動を定量的に観測することで、人の行動の科学的分析を行い、職場の活性化へ向けた施策へ応用した。社員を移動パターンによってクラスタリングし属性情報との関係性について分析することで、部署や性別による社員の行動パターンの違いなどの知見を得ることができた。また、共に会議に参加する人同士の関係性に着目し、会議参加ネットワークから社会ネットワーク分析を行うことで、会議参加ネットワークでの中心性の指標を社員の活躍度へ利用できる可能性を示唆する結果を得た。さらに、移動データを基に社員の移動負担度と多忙度を考慮した会議室割り当て最適化システムを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

交通機関・職場など様々な場所における、ICカード・携帯端末等のIT機器からの人の移動に関する膨大なデータが存在する一方で、本来の目的以外への活用は十分でない。本研究では、企業内の入退室管理システムから得られる社員の入退室履歴を人の移動データとして利用し、人間行動の定量的分析を行った。分析結果を用いて、組織内の中心人物や孤立者、移動負担者や多忙者などの推定が可能となり、就業環境改善等への施策へ活用できる可能性を示した。

研究成果の概要（英文）：By quantitatively observing the movement behavior within a company based on the company's entry/exit history data, a scientific analysis of human behavior was conducted and applied to measures aimed at revitalizing the workplace. By clustering employees according to their movement patterns and analyzing the relationship with attribute information, we were able to gain insight into the differences in employee behavior patterns by department and gender. In addition, by focusing on the relationship between people who participate in meetings together and conducting a social network analysis based on the meeting participation network, we obtained results that suggest the possibility of using an index of centrality in the meeting participation network as a measure of employee activity. Furthermore, based on movement data, we constructed a meeting room allocation optimization system that takes into account the employees' movement cost level and busyness level.

研究分野：情報工学

キーワード：データ分析 機械学習 ネットワーク分析

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、交通機関・職場・学校など様々な場所において、運賃の決済、職場のセキュリティ対策、学校の出席確認などの目的で、ICカード・携帯端末等のIT機器からの大量のデータが存在する。これらのデータは、本来の目的以外に、人間の行動に関する移動データとして捉えることができるが、目的以外への活用は十分にされていない。近年、ビーコンを用いた街中や建物内での移動行動に関する研究が行われている。しかし、ビーコン受信機を新たに設置する、対象者が電波発信端末を持ち歩く必要があるなど、データ取得が容易ではない。本研究では、特別な機器を新たに準備する必要がなく、既存のシステムから得られるデータを利用する。特に、職場内の社員の入退室管理システムが取得するデータは、企業や個人の情報漏洩のリスクがあることから、分析対象とはなっていない現状がある。一方で、一般の社会人が一日に多くの時間を過ごす職場内の社員の動きを定量的に観測することは、人間行動の分析のためにも有用であり、さらに職場の問題点の洗い出しのために重要であると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究では、人間の移動データとして、企業の入退室管理システムに蓄積されている社員の各部署の入退室履歴データから社内での就業行動を定量的に観測することで、(1) 人間行動の科学的分析を行い、(2) 職場の活性化へ向けた施策への応用を目指す。

具体的には、本研究が対象とする職場の入退室履歴データを用いて社員の行動を定量的に観測し、職場改善・人的配置の施策等へ活用、またその施策のフィードバックを観測できる。本研究課題は、ICカードによる入退室履歴データから社内での就業行動を定量的に観測することで、人間行動の新たな側面での科学的分析を可能とする研究である。

### 3. 研究の方法

- (1) 人間行動の科学的分析では、「個人の行動の分析」と、「個人間の繋がり関係の分析」の2つのアプローチで行う。

「個人の行動の分析」では、個人の移動時間および移動回数に着目する。入退室履歴データ算出できる各部署間の移動時間および移動回数から個人の特徴を得る。得られた特徴パターンと個人の属性データとを照合することで新たな知見を得る。

「個人間の繋がり関係の分析」では社員の会議参加に関わる繋がり関係に着目する。会社業務において会議は重要である。入退室データから会議を抽出し、同一の会議に参加した社員同士を重み付き無向ネットワークで表現する。生成されたネットワークを用いて社会ネットワーク分析を行うことで、組織全体、あるいは部署毎、さらに個人の持つネットワークの特徴を明らかにする。

- (2) 職場の活性化へ向けた施策への応用では、入退室データを基に社員がどれだけ移動に負担がかかるのかを表す移動負担度と社員の忙しさを表す多忙度を推定し、両指標を考慮した執務室から会議室までの移動時間を最適化させる会議室割り当てシステムを構築する。

### 4. 研究成果

- (1) 人間行動の科学的分析について、「個人の行動の分析」と、「個人間の繋がり関係の分析」の2つのアプローチでの研究成果について述べる。

「個人の行動の分析」では、個人の移動時間と移動回数のパターンを分析し、個人属性との関係性を分析する手法を新たに提案した。図1に提案手法の概略図を示す。提案手法は、非負値多重行列因子分解と決定木学習を組み合わせた手法であり、この方法は入退室データ以外のマーケティング等の分野でも応用可能性がある。

「個人間の繋がり関係の分析」では社員の会議参加に関わる繋がり関係に着目した。同じ会議に参加していると推定される社員同士を繋いだネットワークを図2に示す。作成したネットワークから得られる社会ネットワーク分析の指標である中心性を活躍の評価をする指標として提案した。中心性が活躍を評価する指標であるかを検証するために、中心性と役職を用いて相関検定を行った結果、特に近接中心性と役職の正の相関が高いという結果が得られた。

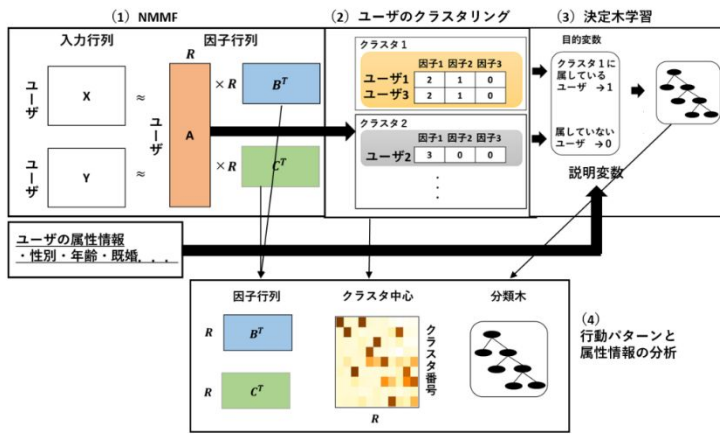


図 1 提案手法の概略図

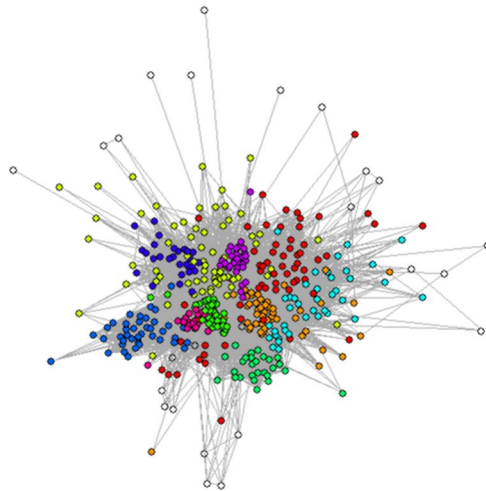


図 2 会議参加ネットワーク

- (2) 職場の活性化へ向けた施策への応用としては、入退室データを基に社員がどれだけ移動に負担がかかるのかを表す移動負担度と社員の忙しさを表す多忙度を推定し、両指標を考慮した執務室から会議室までの移動時間を最適化させる会議室割り当てシステムを構築した。移動負担度は、入退室データより各部屋間の平均的な社員の移動時間を算出し、この値より際立って大きい社員を移動負担者として推定した。多忙度は、入退室データより社員毎の会議参加数を算出し会議が多い社員を多忙な社員として推定した。実験では、社員の総移動時間による比較を行い、使用者のニーズに合わせて最適化の選択肢があるシステムであることを示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 小島世大, 石樽隼人, 坂田美和, 武藤敦子, 森山甲一, 犬塚信博	4. 巻 12(3)
2. 論文標題 非負値多重行列因子分解と決定木学習による行動パターンと属性情報の分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌, 数理モデル化と応用	6. 最初と最後の頁 46-54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11517/pjsai.JSAI2019.0_1E20S3a04	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Seidai Kojima, Hayato Ishigure, Miwa Sakata, Atsuko Mutoh, Koichi Moriyama and Nobuhiro Inuzuka	4. 巻 1
2. 論文標題 An Analysis Method of Traveling-Time Patterns Between Rooms from Entry and Exit Data of Office Workers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 2018 IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2018)	6. 最初と最後の頁 267-270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/GCCE.2018.8574752	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Atsuko Mutoh, Kazuma Morikida, Koichi Moriyama and Nobuhiro Inuzuka
2. 発表標題 Evaluation of Employees by Generating Meeting Networks Using Entry and Exit Data
3. 学会等名 2023 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 水野裕太, 武藤敦子, 森山甲一, 松井藤五郎, 犬塚信博
2. 発表標題 会議ネットワークにおける中心性の分析による活躍評価要因の推定
3. 学会等名 第35回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高岡奈央, 武藤敦子, 森山甲一, 松井藤五郎, 犬塚信博
2. 発表標題 入退室データを用いた移動負担度推定による会議室割当最適化
3. 学会等名 電子情報通信学会 データ指向構成マイニングとシミュレーション研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shogo Yasui, Atsuko Mutoh, Koichi Moriyama, Tohgoroh Matsui, and Nobuhiro Inuzuka
2. 発表標題 Extraction of Behavioral Patterns by Recombining Non-Negative Multiple Matrix Factorization and Clustering Results
3. 学会等名 2021 IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丹羽雅大, 武藤敦子, 森山甲一, 松井藤五郎, 犬塚信博
2. 発表標題 移動履歴データを用いたハンディキャップ指標の提案
3. 学会等名 令和二年度電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安井彰悟, 武藤敦子, 森山甲一, 松井藤五郎, 犬塚信博
2. 発表標題 非負値多重行列因子分解による購買およびTV視聴パターンの可視化
3. 学会等名 情報処理学会第83回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Seidai Kojima, Kosuke Shima, Atsuko Mutoh, Koichi Moriyama and Nobuhiro Inuzuka
2. 発表標題 Analysis of Changes in Behavior Patterns of Workers Using Non-Negative Multiple Matrix Factorization
3. 学会等名 The 25th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2020 (AROB 25th 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小島 世大、石樽 隼人、坂田 美和、武藤 敦子、森山 甲一、犬塚 信博
2. 発表標題 非負値多重行列因子分解の因子行列を用いたクラスタリングと決定木学習によるオフィスの入退室データの分析
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 丹羽 雅大、小島 世大、石樽 隼人、武藤 敦子、森山 甲一、犬塚 信博
2. 発表標題 入退室データを用いた移動コスト推定によるオフィスレイアウト最適化
3. 学会等名 第33回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小島 世大、石樽 隼人、坂田 美和、武藤 敦子、森山 甲一、犬塚 信博
2. 発表標題 非負値多重行列因子分解と決定木学習による行動パターンと属性情報の分析
3. 学会等名 数理モデル化と問題解決 (MPS) 研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小島世大, 島孔介, 武藤敦子, 森山甲一, 犬塚信博
2. 発表標題 非負値多重行列因子分解を用いた行動変化パターンの抽出
3. 学会等名 第17回情報学ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小島 世大, 石樽 隼人, 坂田 美和, 武藤 敦子, 森山 甲一, 犬塚 信博
2. 発表標題 オフィスワーカーの入退室データを用いた移動時間パターンの分析
3. 学会等名 第32回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森木田一真, 小島世大, 坂田美和, 武藤敦子, 森山甲一, 犬塚信博
2. 発表標題 会議室入退データを用いたネットワーク分析によるオフィスワーカーの活躍評価
3. 学会等名 研究報告 コピキタスコンピューティングシステム(UBI)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂田美和, 小島世大, 森木田一真, 武藤敦子
2. 発表標題 行動履歴の定量的分析によるオフィスワーカーの活躍評価
3. 学会等名 第二回計算社会科学ワークショップ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 丸井佑太, 武藤敦子, 島 孔介, 森山甲一, 松井 藤五郎, 犬塚信博
2. 発表標題 入退室データを用いた会議室割り当ての多目的最適化
3. 学会等名 第143回数理モデル化と問題解決研究会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------