

混雑緩和やユーザ体験価値向上に向けた 行動変容施策の設計および社会実装について

勝間田優樹^{†1}
株式会社 NTT ドコモ

吉川裕木子^{†2}
株式会社 NTT ドコモ

鈴木喬^{†3}
株式会社 NTT ドコモ

山田暁^{†4}
株式会社 NTT ドコモ

1. はじめに

「自分が好きな店に立ち寄っていたら自然と混雑を回避していた。」このような交通最適化された世界の実現を目指し様々な検討が進められている。交通最適化された世界では、人は無理なく混雑を回避することができ、その効果が他者にも波及することでメリットを社会全体で享受することができる。渋滞を回避する手段として、例に挙げたような立ち寄りに限らず、ピークシフトや交通手段の変更など人によって妥当性が異なる様々な手段が採用される。

交通最適化された世界の実現に向けては、本来の取るはずだった行動を、交通手段の変更や立ち寄りなどの行動へと変容させることが必要であり、そのためには行動変容するための十分な動機付けが必要である。多くの人にとって、混雑を認識してもそれを回避することは容易ではない。例えば、多くの高速道路サービスエリアではリアルタイムの混雑情報が提示されており、それを見たドライバーによる緩和効果には一定の成果はあるものの、それだけで混雑を緩和することは難しい。

動機付けのアプローチの一つとして行動経済学に基づくナッジ [1, 2] が着目されている。ナッジとは、人間の価値観や心理的な傾向を利用し、対象者にとってより望ましい選択をするように促す行動変容に関する一手法である。ナッジを活用した研究はこれまでも数多く実施されており、例えば、Push 通知によって配信されるメッセージにナッジを適用することで配信されたメッセージの開封率を向上させる検討などが行われている [3, 4]。

筆者らは、その中でもナッジのパーソナライズ化について検討している。ナッジのパーソナライズ化は、個人がそれぞれ持つ価値観・心理傾向の違いを考慮し、それに応じてナッジを含むメッセージ文言（以下、本稿ではナッジ文言と呼ぶ）の出し分けを行うことを意味する。例えば、損失回避

的な心理傾向を持つ人には「このサービスを利用しないと損してしまいます」と伝え、同調的な心理傾向を持つ人には「多くの人がこのサービスを利用しています」と伝える。対象者をナッジ文言を配信する群としない群とに分け、ナッジ文言を配信する群に対して一律に同じメッセージを配信するものとは異なり、個別にナッジ文言の出し分けを行うことで、行動変容施策や検討の効果を最大化させることを目指す。

本稿では、ナッジのパーソナライズ化の検討の中で実施した多数のフィールド実証で得られた知見や課題を述べる。

2. ナッジのパーソナライズ化

ナッジのパーソナライズ化を実現するためには様々なデータを収集する必要がある。扱うデータは想定されるサービスによって異なり、例えばユーザの性別・年代のようなデモグラフィックデータの他にも、アプリを使う目的や好きな食べ物のジャンルといった情報もアンケートなどを活用して取得する場合がある。また、ユーザのコンテキストの推定のためにユーザの位置情報などのリアルタイム情報を取得する場合もある。データはユーザに限らず、交通手段の状況や気象状況といった環境情報や立ち寄りを促す場合には立ち寄り先の店舗などの情報を扱う場合もある。

収集されたデータの一部からユーザの特徴量を抽出し、そのユーザに対してより行動変容効果の高いナッジ文言の推定を行う。推定する手法として、機械学習モデルの分類器を用いる。フィールドによっては収集できるデータが大きなサンプルサイズとならないことも考えられるため、十分に学習を進められるよう、フィールド実証開始前に広くアンケート調査を行い別途正解データを収集する場合もある。出力されるナッジ文言としては、例えば

- 「周辺の魅力的なお店にお出かけしませんか？せっかくのお得なクーポンを使わないのはもったいないですよ！」
- 「カフェで一休みはいかがですか？多くのお客様がお得なクーポンを利用しています！」

などがある。

Design and Implementation of Behavior Transformation Measures for Congestion Reduction and User Experience Improvement

^{†1} Yuki KATSUMATA, NTT DOCOMO, INC.

^{†2} Yukiko YOSHIKAWA, NTT DOCOMO, INC.

^{†3} Takashi SUZUKI, NTT DOCOMO, INC.

^{†4} Akira YAMADA, NTT DOCOMO, INC.

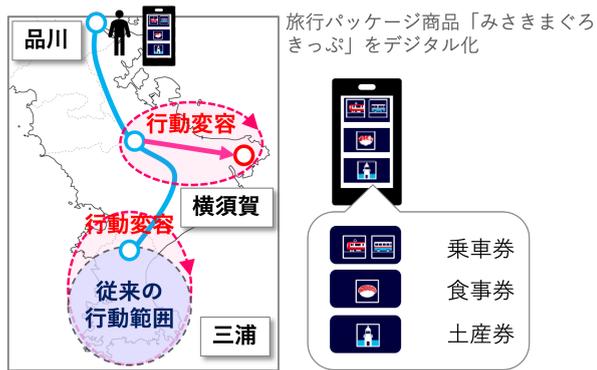


図1 みうらよこすか MaaS の概要

Figure 1 Overview of Miura Yokosuka MaaS

ナッジ文言による介入手段にも様々なものがあり、その一つに端末アプリへの Push 通知がある。ナッジ文言による介入に対するユーザの行動有無から、効果の有無を判定し再度学習に用い、推定精度を向上させる。目的に応じてユーザの行動有無の判定の定義が異なり、例えば開封率の向上が目的であれば端末アプリ内のメッセージ開封有無のログを収集し、訪問率の向上が目的であれば店舗への訪問有無のログを収集し、それらをそれぞれ正解データとして学習に用いる。

3. 実証実験および社会実装

この章では、これまで取り組んできた社会実装に向けたフィールド実証の概要を述べる。検討してきたナッジのパーソナライズ化技術の適用先は大きく 2 種類ある。1 つは、混雑や渋滞の緩和を目的とした行動変容施策である。目的は、発生しているもしくは発生するであろう渋滞という損失を減少させることにある。もう 1 つは、街全体の周遊性向上を目的とした行動変容施策である。目的は新たな体験価値を提供し便益を増加させることにある。

3.1. みうらよこすか MaaS [5]

本フィールド実証の概要を図 1 に示す。みさきまぐろきっぷ [6] という電車・バスの周遊券を含む旅行パッケージ商品がある。みさきまぐろきっぷを電子化し端末アプリで扱い、その端末アプリの中でナッジ文言を Push 通知することによる行動変容施策を実施した。観光動線が概ね固定化されているという課題に対し、自治体が持つ多様な観光資源への立ち寄りを促し周遊性を向上させることを目的としている。多様な観光資源の情報およびそこへ至る交通手段の情報をナッジ文言と併せて提示するという手段により、地域の様々な場所に周遊することで新たな体験価値を提供することを旨とした。

行動変容施策として、いくつかのパターンで介入を行った。具体的には、これから旅先へ向かおうとしているユーザに対する旅前の介入、周遊中に食事をしたユーザに対する旅中の介入、旅行を終え帰路につこうとしているユーザに対する旅後の介入に分類される 3 パターンの介入を行った。本フィールド実証では、観光という非日常の中でのナッジ文言の効果検証を目的としており、ナッジ文言の出し分けを行うためのデータや知見がない状態での施策実施を行ったため、ユーザに対してランダムにナッジ文言を Push 通知し、ナッジ文言自体の行動変容効果有無の検証および出し分けの実現可能性について的事後検証を行った。

通知対象ユーザのうち、11 % が旅後の介入で立ち寄りを行うなどナッジ文言自体の行動変容効果が見られることができた他、メッセージ文言の種類によっては最大で約 25 % の行動変容率^{*1}を達成することができ、ナッジのパーソナライズ化の有効性について示唆が得られた。

3.2. バス快適乗車案内 [7]

本フィールド実証の概要を図 2 に示す。通勤時間など混雑時間帯のバスでは、バス停での混雑および乗り降りにかかる時間によるダイヤ乱れが発生し、それによりバス車内の混雑度の偏りが加速する場合があります。オペレーション煩雑化や利用者満足度の低下が生じる。加えて、コロナ禍における密回避の必要性も顕在化しており、バス毎の混雑度の平準化が喫緊の課題となっている。本フィールド実証では、混雑時間帯のバス車内の混雑度の平準化を目指し、混雑度が低い後続のバスが数分で到着すると見込まれる場合に、そのバスの混雑情報およびナッジ文言を Push 通知し混雑バスの見送りを促進するとともに、見送り実施したユーザに対してポイントによるインセンティブを付与することで動機付けを行った。

本フィールド実証では、日常の中でのナッジ文言の効果検証を目的としており、主な対象者が日常的に通勤や通学などでバスを使うユーザである。そのため、毎日同じような内容の Push 通知がなされることから、行動変容施策の効果が摩耗することが懸念される。ナッジ文言の有無に限らず、ユーザ端末へのメッセージ配信頻度による効果の摩耗 [8] や Web マーケティングにおいても同じ広告を配信することによる効果の摩耗 [9] が存在することが報告されており、同様の事象がナッジ文言の Push 通知にどの程度起こるのかを検証した。特定のナッジ文言で行動変容を行ったユーザを事後分析すると、特定の心理傾向が強い傾向であることが分かるなど、本フィールドのようなユースケースにおいても

^{*1} 本フィールド実証では、端末アプリの中で事前に設定できる旅程に対して、介入をすることで外れた行動をした場合に行動変容したと定義した。

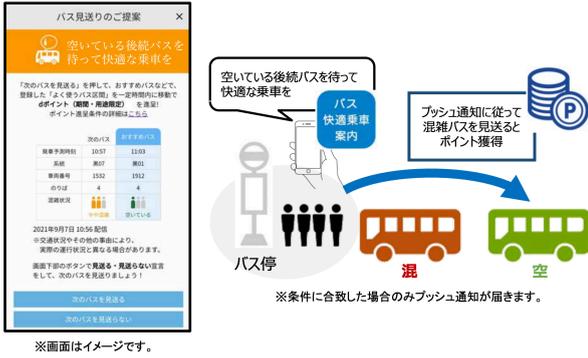


図2 バス快適乗車案内の概要
Figure 2 Overview of Comfortable Bus Ride

ナッジのパーソナライズ化が有効であることが示唆された。

3.3. ゆるり GO!TEMBA [10]

自家用車で行楽地に行った場合に、帰りの高速道路の渋滞に巻き込まれるという事象が発生する。大型連休などにおける帰省に際して発生する渋滞はUターンラッシュとも呼ばれ、幅広く認知されている課題である。本フィールド実証では、行楽地からの帰路の高速道路で発生する渋滞を緩和およびそれによるCO2排出を削減する目的で、これから帰ろうとしているユーザに対する行動変容施策を実施した。

具体的には、御殿場プレミアム・アウトレットに東京方面から自家用車で訪れたユーザに対して、東名高速道路の上り方向の混雑予測情報およびナッジ文言のPush配信を行い、滞在時間延長または周辺施設への立ち寄りを促した。本フィールド実証では、観光という非日常の中での混雑緩和を目的とした検証を行うため、過去の実証で得られたデータの活用による行動変容効果向上が必ずしも見込まれなかった。そのため、事前に広くアンケート調査を行いそのアンケート結果を正解データとする機械学習モデルを構築し、ナッジ文言の出し分けによる行動変容効果の検証を行った。検証を通して、高速道路の渋滞緩和にナッジのパーソナライズ化が一定の効果をもたらすことが示唆された。

3.4. 大学キャンパスにおける店舗内の密回避 [11]

本フィールド実証の概要を図3に示す。大学キャンパスのような閉空間においては、ランチタイム時に食堂などの飲食店に利用者が集中し局地的な混雑が発生する。とりわけコロナ禍においては密回避を行うことが重要であり、このような日常的に発生する混雑を緩和することが求められる。本フィールド実証では、局地的な混雑が日常的に起こるようなケースに対してピークシフトを実現することを目的として、混雑時間帯を避けて来店を促すタイムシフトおよび持ち帰りを促すテイクアウトの2種類のキャンペーン

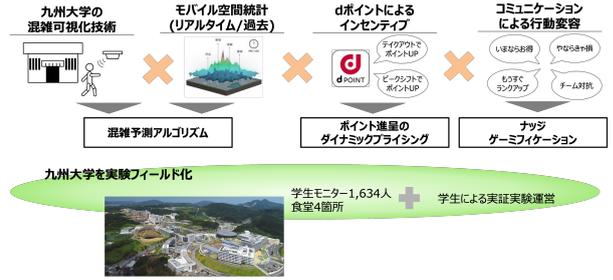


図3 九州大学におけるフィールド実証の概要
Figure 3 Overview of Field Experiment at Kyushu Univ.



図4 通勤電車の混雑緩和施策の概要
Figure 4 Overview of Behavior Transformation Measures for Easing Commuter Rush

施策を行った。

具体的には、上記キャンペーンの中で店舗の情報配信とポイントによるインセンティブ付与を行うとともに、行動変容施策として、ナッジ文言のPush配信およびゲーミフィケーションによる行動変容効果の向上が見込まれるかを検証した [12, 13]. 結果として、ナッジ文言による行動変容受容率*2は20%から33%向上、ゲーミフィケーションによる行動変容受容率は30%から41%向上させることが確認され、これらの行動変容施策が混雑緩和に対して一定の効果をもたらすことが示唆された。

3.5. 通勤電車の混雑緩和施策 [14]

本フィールド実証の概要を図4に示す。通勤時間帯の鉄道は慢性的に混雑が発生しており、3.2と同様にダイヤ乱れによるオペレーション煩雑化や利用者の満足度低下が生じるだけでなく、コロナ禍においては密回避の必要性の高まりもあり、混雑の緩和が課題である。本フィールド実証では、通勤時間帯の鉄道利用者であるモニタに対してオフピークを促すナッジ文言のPush通知を行った。具体的には、通勤時間帯を後ろ倒しにするタイムシフトもしくは別の交通手段を用いるモーダルシフトを促すメッセージのPush通知を行った。

*2 本フィールド実証では、Push通知を受けた全ユーザに対する、Push通知を受けた後にタイムシフトもしくはテイクアウトを行ったユーザの割合を行動変容受容率として定義した。



図5 まくはり MaaS の概要

Figure 5 Overview of Makuhari MaaS

具体的には、モニタに限定せずに収集したアンケートの結果を正解データとしユーザの心理傾向を推定する機械学習モデルを生成し、その機械学習モデルをモニタに適用することでモニタの心理傾向を推定した。モニタを2群に分離し、1つの群には推定した心理傾向に応じてナッジ文言の出し分けを行い、ランダムにナッジ文言を出し分けた群との比較を行った。結果として、推定した心理傾向に応じてナッジ文言の出し分けを行った群は有意にオフピークを達成することが分かり、行動変容効果の高いナッジ文言をユーザの特徴量から直接推定するナッジのパーソナライズ化手法だけでなく、推定したユーザの心理傾向を用いるナッジのパーソナライズ化手法にも一定の行動変容効果が見込まれることが示唆された。

3.6. まくはり MaaS [15]

本フィールド実証の概要を図5に示す。幕張新都心エリアにおいて、回遊性向上や賑わいの創出が課題となっている。次世代モビリティの提供とともにユーザ個人に寄り添ったレコメンドを提供することにより、回遊性向上による地域経済の活性化や賑わいの創出をするとともに、様々な施設に分散誘導することによるコロナ禍における安心・安全を意識した施策実施を行った。

本フィールド実証では、日常の中での周遊性促進を目的としたナッジ文言の効果検証を目的としている。具体的には、住民向けの端末アプリに対し、おすすめの店舗情報およびクーポン情報とともにナッジ文言の Push 通知を行った。本実証においては、回遊性向上に向けたマイルストーンとして、Push 通知の開封による認知率向上を目的としたナッジ文言の出し分けを行いその効果を検証した [16]。結果として、ナッジを含まないメッセージを Push 通知した群のメッセージ開封率に対する、ナッジ文言を出し分けて Push 通知した群のメッセージ開封率の増加率が 20.3 % であった。

4. 得られた知見と今後の課題

これまでの実フィールド実証の結果を受け、ナッジ文言を個人ごとに出し分けることによる行動変容には一定の効

果が見込まれることが示唆された。一方で、社会実装においても効果を見込むためにはいくつかの課題が存在する。

(1) 出し分けに資するユーザ情報の取得の難しさ：個人ごとにメッセージ文言を出し分け、最適化された状態を目指すものの、最適化に必要なユーザ情報を取得することは難しい。既存の端末アプリや Web アプリなどを用いる場合は取得可能な情報に制約がある上、既にサービス上同意取得している範囲を逸脱してデータ取得をすることはサービス規約の変更を伴うため一定のハードルを超える必要がある。一方で、新規に端末アプリなどを新規に作成する場合は、サンプルサイズを大きくするためにユーザへの認知や周知を十分に行う必要がある。情報の種類と量のいずれも担保するためには、社会実装した際の状態を精緻に予測しながら計画的に検証を進める必要がある。

(2) 実データの測定難しさ：行動変容施策の最終的な目的は、ユーザの行動を変えることにある。例えば、移動行動に関する行動変容で店舗への送客を目的とした場合においては、送客先の店舗への訪問や送客先の店舗での決済を検知する必要がある。訪問の検知については、GPS を用いた手法により端末アプリでの実装だけで実現が可能で最も低コストで実現することが可能である。しかしながら、大型のショッピングモールや地下など GPS では十分に精度が出ない環境においては、Bluetooth ビーコンや Wi-Fi などを用いた代替の検知手法が必要となるケースがあり、これらには信号の発信機や受信機などの機器の設置によるコストがかかる。決済の検知については、キャッシュレス決済システムなどを店舗ごとに導入することで実現が可能であるものの、システム間の連携や機器導入自体のコストやハードルが存在し、容易には実現できない。行動変容施策を実施する範囲は数個の店舗ではなく数十や百以上の店舗を対象として実施することが多く、全ての店舗に対してこれらの訪問や決済を検知する方法を実装することは難しい。

(3) 因果関係の明確化の難しさ：ここまで述べたような現実世界のデータを収集することが可能であったとしても、施策による行動変容効果を実計測することは難しい。サービス提供者や施策実施の意思決定者が期待する行動変容の効果は、「もともとそのつもりがなかった人が施策により行動を変えた」ことによる効果である。施策実施の対象者と施策実施後の行動を観察・計測できた場合でも、「もともとそのつもりがあったのか否か」を計測することは難しい。そのため、行動変容により何を実現したいのか、実現に向けてどのように KPI を設定するのか、は施策設計者と綿密にすり合わせる必要がある。

(4) ナッジによる行動変容効果の限界：ナッジというのは付加的なものであり、それ単体で劇的な効果を発揮することはない。いかに素晴らしいメッセージ文言による介入を行ったとしても、限られたデータ取得の中でナッジによる

効果を明確に提示することは難しい。そのため、コンテンツの種類を増やす、ユーザの数を増やす、といったより根本的な部分での施策効果向上のための取り組みと並行して実施していくことが重要である。

5. おわりに

本稿では、筆者らが検討を進めているナッジのパーソナライズ化の概要を実フィールド実証の例とともに述べた。引き続き大規模かつ長期に渡る実フィールドでの実証および社会実装を進め、ナッジのパーソナライズ化による効果検証を推進していく。

参考文献

- [1] Thaler, R. H. and Sunstein, C. R.: *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*, Penguin (2009).
- [2] Sunstein, C.: Nudging: A Very Short Guide, *Journal of Consumer Policy*, Vol. 37, No. 4, pp. 583–588 (2014).
- [3] Kim, H. B., Iwamatsu, T., ichiro Nishio, K., Komatsu, H., Mukai, T., Odate, Y. and Sasaki, M.: Field experiment of smartphone-based energy efficiency services for households: Impact of advice through push notifications, *Energy and Buildings*, Vol. 223, pp. 110–151 (2020).
- [4] Valle, C. G., Nezami, B. T. and Tate, D. F.: Designing in-app messages to nudge behavior change: Lessons learned from a weight management app for young adults, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 161, pp. 95–101 (2020).
- [5] NTT ドコモ: 横須賀・三浦エリアで「観光型 MaaS」の実証実験を実施, https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_210621_01.pdf.
- [6] 京浜急行電鉄: みさきまぐろきっぷ, https://www.keikyu.co.jp/visit/otoku/otoku_maguro/.
- [7] NTT ドコモ: バス車内の混雑平準化に向けた実証実験用アプリ「バス快適乗車案内」を提供, https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_210916_00.pdf.
- [8] Pop-Eleches, C., Thirumurthy, H., Habyarimana, J. P., Zivin, J. G., Goldstein, M. P., de Walque, D., MacKeen, L., Haberer, J., Kimaiyo, S., Sidle, J., Ngare, D. and Bangsberg, D. R.: Mobile phone technologies improve adherence to antiretroviral treatment in a resource-limited setting: a randomized controlled trial of text message reminders, *AIDS*, Vol. 25, No. 6, pp. 825–834 (2011).
- [9] Moriwaki, D., Fujita, K., Yasui, S. and Hoshino, T.: Fatigue-Aware Ad Creative Selection, Workshop SUM’20: State-based User Modelling at The 13th ACM International WSDM Conference (WSDMSUM’20), p. 8 (2020).
- [10] NTT ドコモ: 行動変容で「CO2 の削減」をめざす実証実験を御殿場プレミアム・アウトレット付近で開始, https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_211105_00.pdf.
- [11] NTT ドコモ: 店舗の混雑状況で、d ポイントの進呈率を変動！店舗内の「密」を防ぐ共同研究開始, https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_201119_00.pdf.
- [12] 井手崇博, 大滝亨, 山田暁, 佐藤弘之, 落合桂一, 川上博, 矢野達也, 大川博生, 和久井圭祐, 白井拓也, 荒川豊: 新型コロナウイルス感染防止に向けた混雑回避行動を促進する行動変容技術の検証, 情報処理学会 SIG-BTI シンポジウム, pp. 52–55 (2022).
- [13] 酒井亮勢, 落合桂一, 井手崇博, 大滝亨, 山田暁, 鈴木喬, 佐藤弘之, 川上博, 矢野達也, 大川博生, 和久井圭祐, 白井拓也, 荒川豊, 星野崇宏: インセンティブとの組み合わせを前提としたナッジ効果測定のための実験設計方法, 情報処理学会 SIG-BTI シンポジウム (2023).
- [14] NTT ドコモ: 鉄道の混雑解消に向け、行動変容を促す共同実験を実施, https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/topics/2021/topics_220121_00.pdf.
- [15] NTT ドコモ: 幕張新都心エリアにおける「千葉市幕張 MaaS 実証事業」を推進, https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/info/news_release/topics_220125_00.pdf.
- [16] 吉川裕木子, 勝間田優樹, 鈴木喬, 山田暁: アプリログによる属性情報の拡張を用いたナッジ最適化レコメンデーションシステムの提案と評価, 情報処理学会 SIG-BTI シンポジウム (2023).