

# つくば市の手指消毒事例を用いた 同調性バイアスを考慮したナッジモデルの提案

○陸 イブン 高橋 真吾 (早稲田大学)

## Proposal of Nudge Model with Majority Synching Bias Based on Empirical Research of Hand Sanitizer in Tsukuba

\*Y. Lu and S. Takahashi (University of Waseda)

**概要**—世界中に新型コロナウイルスの感染を防止するための有効な施策の一つとして、手指消毒が上げられる。しかし、人々は情報を見落としたりバイアスに左右され判断を下したり、消毒行動を省略し、合理的な行動を取らない場合もある。このような問題状況において、セイラー教授らが提唱したナッジと呼ばれる人々の意思決定に影響を与えて行動変容を促す行動概念が有効だと考えられる。本研究は人々の心理的バイアスがナッジの効果に与える影響を明確にし、今後のナッジ政策について実証研究を行う際に実験計画のデザインを支援するためのABMを提案する。

**キーワード:** システム論, 行動経済学, ナッジ, 心理的バイアス

### 1. 研究背景

2020年3月、世界中に新型コロナウイルス(COVID-19)の感染が広がった。ウイルスの感染拡大を防止するために有効な施策の一つとして、手指消毒が上げられる。しかし、消毒液を商業施設の入口などに置くだけで消毒しない人もいる。このような問題に対して、近年行動経済学においてリチャード・セイラー教授ら[1]が提唱したナッジ(nudge)と呼ばれる人々の意思決定に影響を与えて行動変容を促す行動概念が注目されている。ナッジは直訳すると「ひじで軽くつつく」、「そっと後押しする」という意味を持ち、セイラーによって「選択を禁じることも、経済的なインセンティブを大きく変えることもなく、人々の行動を予測可能な形で変える選択アーキテクチャのあらゆる要素」として定義された。

この手指消毒問題において、消毒液に矢印を付けることやポスターで注意喚起するなどのナッジを取り入れている場所が多いが、人々の同調性バイアスがどのようにナッジの効果に影響を与えるか、より消毒率を上げるためにどのようにナッジを改善していくべきかについての検討、分析が不十分という課題があるといえる。また、あるナッジの効果を検証するために実証研究を行うには大量な時間とコストがかかってしまう問題がある。

### 2. 先行研究

ナッジには一般的に以下の9つの構成要素からなる[2]。①メッセージ②インセンティブ③規範④デフォルト⑤顕著性⑥プライミング⑦感情⑧コミットメント⑨エゴ。ナッジを活用した政策は行政現場や医療・健康分野など、様々な分野で取り入れている。例えば、オーバリン大学[3]の学生寮において、

水と電気代の節約のためにシャワー時間を短くする試みが行われていた。元上院議員ジョン・エドワーズの写真をシャワー室の天井に貼ることによって「見られている」と感じさせ、シャワーに長く滞在したくないため行動を変化させた。これはナッジの選択アーキテクチャのプライミング(特定の言葉や感覚をシグナルとして与えること)に当てはまる。また、Schultzら[3]は省エネを推奨するため、調査世帯に過去数週間のエネルギー使用量と近隣世帯の平均消費量を伝える実験を行った。その結果、エネルギー使用量が平均以上だった世帯の使用量が減少した。これは近隣住民の消費量を伝えたことが影響しており、社会的規範の力を示した事例である。

医療現場において、Anderson & Mellorら[4]はリスク回避的な人ほど喫煙しない、肥満傾向にない、慢性疾患を持ちにくい一方で、血圧の管理をきちんとする、デンタル・フロスを歯磨きを使う、シートベルトを着用する可能性が高いという結果を示した。このような患者を対象とした意思決定の際のバイアスに関する実証研究及び行動経済学的な特性を逆に利用して、積極的な医療・健康行動を促進しようとするナッジ介入の実証研究が行われていた。平井ら[5]はがん検診を促すために、規範を作るという従来の普及啓発を進める一方で、具体的な実行計画が作られる・実際の手順がイメージできるような対策が必要であることを示した。

これらの実証研究を通して、正しい情報が提供されたとしても人間が望ましい選択をするとは限らない要因として、人々がリスクに対する態度や時間嗜好といった心理的バイアスがかかっていることが考えられる。また、課題としてサンプルサイズ等の研究の限界があるため、今後は大規模な集団をターゲ

ットに成果を検証していくことが上げられる。さらに、ナッジの活用が国際的な潮流となっている中で、日本国内のナッジの事例がまだ少ないため、ナッジの設計から実装までのプロセスが明確でなく、時間がかかる問題もある。

### 3. 研究目的とアプローチ

#### 3.1. 研究目的

これまでナッジに関する研究として、ナッジの効果を検証する実証研究が多かった。本研究では、人々の同調性バイアスがナッジの効果に与える影響を明確にし、今後ナッジ政策について実証研究を行う際に実験計画のデザイン支援するためのエージェントベースモデルを作成することを目的としている。まずランドスケープ理論の原理を用いてナッジのプロトタイプモデルを作成し、ナッジのメカニズムを定量的に説明する。次に同調性バイアスを表現した一般的なナッジモデルを提案し、その有効性を検証するために、つくば市の手指消毒事例に適用する。

#### 3.2. 研究アプローチ

本モデルでは、ランドスケープ理論の原理を用いて人々の同調性バイアスを表現し、ナッジモデルを提案する。

##### 3.2.1. ランドスケープ理論

ランドスケープ理論とは、Axelrod[6]が提唱した複数の様々な個性を持つエージェントが相互作用を通じてアライアンス（連携）を形成するプロセスを記述するエージェントベースモデルである。アライアンスを形成する過程は、集団内のエージェントが他のエージェントに対しての親近感と嫌悪感からエージェントごとにフラストレーションを定義し、このフラストレーションを最小限にするための振舞いにより表現される。各エージェントは①規模②集団内他のエージェントに対する親密度③集団内他のエージェントとの距離の三つのパラメータで特徴づけられる。エージェントの規模 $s_i$ は、エージェント自体が持つ能力値を意味するパラメータである。例えば、エージェントを国とするならばそのエージェントの規模は、人口や国の面積、規模などを指す。エージェント  $i$  のエージェント  $j$  に対する親密度 $p_{ij}$ は、エージェント  $i$  が他のエージェントに対して「移動して同じ集団に入る意志の強さ」を表現するパラメータである。提携したいなら正の値、対立したいのなら負の値を取るが考察対象のエージェントによって値の決定方法は異なる。エージェント  $i$  と  $j$  の距離 $d_{ij}$ は、各エージェントがそれぞれ連携し、いくつかのアライアンスに別れた時、「全エージェントを数個の集団に分けた時のある一つのパターン」を

地勢と呼ぶ。距離 $d_{ij}$ はある地勢のエージェント間の距離を意味する。ある1つの地勢において同じ集団に入っている場合、集団内エージェント同士の距離を0とし、異なる集団に入っている場合エージェント同士の距離を1とする。以上3つのパラメータが基本モデルとして規定されている。以下に不満度とエネルギーを求める式(1)を示す。

$$E(X) = \sum_i s_i F_i(X) = \sum_i s_i \sum_{j \neq i} s_j p_{ij} d_{ij}(X) \quad (1)$$

ランドスケープ理論は、一人とのエージェントのフラストレーションの減少とシステム全体のエネルギーの減少が等価であることに基づいている。

##### 3.2.2. バイアス

バイアスとは本来「偏り」という意味であり、心理学においては一般的に偏見や先入観のことを指す。また、心理学の中でも認知バイアスや正常性バイアスなど様々な種類がある。本研究では、「みんなと一緒にだから大丈夫」という周囲の行動に合わせる同調性バイアスにフォーカスする。日々の生活の中で選択を行う際、意識するかしないかに関わらず、周囲の行動によって自分の意見や行動を変化させることが多いと言われている[7]。ナッジによる行動変容を起こす際もバイアスが働いている。新型コロナウイルスの感染拡大を例として挙げると、自粛を促す環境の中でも外出することに抵抗がないのは、「自分は感染しないから大丈夫」や「ほかにも外出してる人いるから自分も外出していい」というバイアスが働いているからである。このようにバイアスは人々の行動変容に影響する要素として切り離せない性質がある。

##### 3.2.3. 再現するつくば市の手指消毒の事例

つくば市の事例[9]では、具体的な方法として、まず来庁者の性質ごとに行動パターンを分析し、その上で介入方法を検討した。来庁者には主に「急いでいる人」と「急いでいない人」の2種類があると考え、「急いでいる人」は「限定合理性」、「利用可能性」、「過信」といった認知バイアスが関係していると考えられる。一方で、「急いでいない人」は「利用可能性」と「不注意」といった認知バイアスがあると考えられる。このような認知バイアスを踏まえて、「消毒の方向に矢印の有無」、「入口に消毒方法のポスターの有無」、「チラシの単純化を強化の有無」、「設置場所を風除室にする（より入り口に近く）」といった介入ナッジによる政策を行った。

本事例では、ナッジがない場合と比べ、矢印とポスターによる介入ナッジがあった場合、消毒実施率が約8%上がった。介入がない場合、消毒液の置く場所を変更すると消毒実施率が高くなる。つまり、

動線上に設置することや目立たせることが重要である。

本研究では、このつくば市の手指消毒の事例を再現することによって、提案したナッジモデルの有効性を検証する。

#### 4. ナッジモデル

ランドスケープ理論を用いたナッジのプロトタイプモデルと個別状況におけるエージェントの特性を考慮したナッジの一般モデルについて説明する。

##### 4.1. ランドスケープ理論を用いたナッジのプロトタイプモデル

ランドスケープ理論の「エネルギーが減少する方向へエージェントが移動してシステムの状態が決定する」原理を活用し、「エージェントを意思決定主体とする」「アライアンスをエージェントの行動状態として表現する」「ナッジに従った行動をする・しないの二つの状態に設定する」の三つの前提を加え、エネルギー関数によりナッジの環境を構築する。

ナッジの9つの構成要素を用いて、ナッジによる行動変容とランドスケープ理論のエネルギー関数を紐付け、式(1)からナッジ行動のエネルギー関数を以下のように定義する。

$$E(X_{behavior}) = \sum_i S_{nudge_i} F_i(X) = \sum_i S_{nudge_i} \sum_{j \neq i} S_{nudge_j} p_{norm_{ij}} d_{bias_{ij}}(X_{behavior}) \quad (2)$$

ナッジに対する感度  $S_{nudge}$  は「エージェント自身のナッジに対する影響の受けやすさ」を表し、エージェントの属性ごとに設定する。 $S_{nudge_i}$  は直接的にエージェントの意思決定行動に関わるものである。パラメータの設定を高くすることで他のパラメータである規範親密度と同調性バイアスのパラメータを変更した場合に、ナッジによる行動変容が起きやすい環境となるため、各エージェントの行動状態に影響が出やすくなる。逆に値を低く設定した場合、ナッジによる行動変容が起きにくい環境となるため他のパラメータを変更した場合、結果としてエージェントの取る行動状態はほとんど変わらない。

規範親密度  $p_{norm_{ij}}$  は「社会規範に従って行動を取りたいかの意思の強さ」を表し、他のエージェントと同じ行動を取りたいかを全体親密度と個人親密度の割合によって表現する。個人親密度  $p_{closeness_{ij}}$  は他のエージェントと同じ行動を取りたいかの意思の強さである。パラメータの値が高ければフラストレーションが高くなるため同じ行動を取らないようにするだろう。しかし、個人だけでなく全体としての親密度を考慮することで選択アーキテクチャの1つと

してある「規範」の行動として扱う。全体親密度  $\sum_{j \in X} p_{closeness_{ij}}$  は、自身と同じ行動状態にある他のエージェント全ての親密度を加算した総合計値とする。この個人親密度と全体親密度の割合によってエージェントの規範的行動を求める。規範親密度は式(3)で定義する。

$$p_{norm_{ij}} = \frac{p_{closeness_{ij}}}{\sum_{j \in X} p_{closeness_{ij}}} \quad (3)$$

同調バイアス  $d_{bias}$  を「周りの人に同調する意思の強さ」を表し、エージェントの初期値として設定する。 $d_{bias}$  はエージェント自身が持つ同調する意思の強さであるため、エージェントごとにパラメータ値が異なる。同調バイアス  $d_{bias}$  に規範親密度  $p_{norm_{ij}}$  をかけることにより、各エージェントが本来持っている同調する意思に加えて、自分と親しい人が行動した方が親しくない人の行動より同調する傾向も高くなることを表現する。

図1はプロトタイプモデルによるナッジの原理を表現するものである。

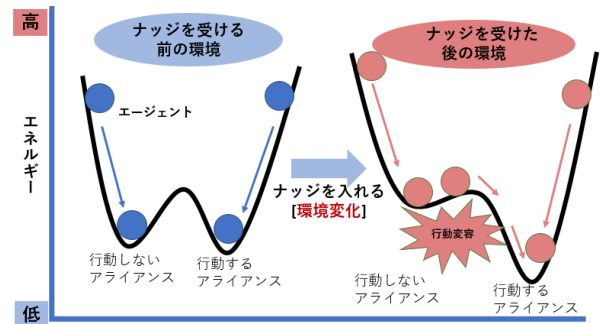


Fig. 1 プロトタイプモデルによるナッジの原理

##### 4.2. プロトタイプモデルの妥当性検証

構築したプロトタイプモデルの妥当性を検証するために、まずエージェント数20人でプレ実験を行った。その結果、パラメータを変化させることによって、エージェントの行動状態に変化があったことを確認できた。エージェントの動きをイメージしたものを図2により示す。

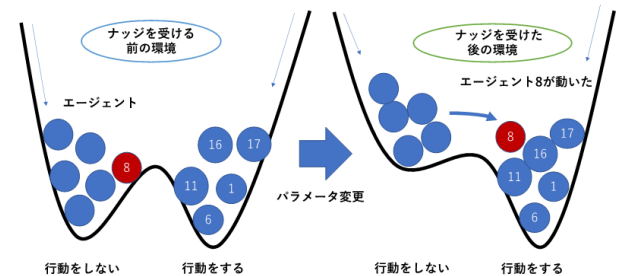


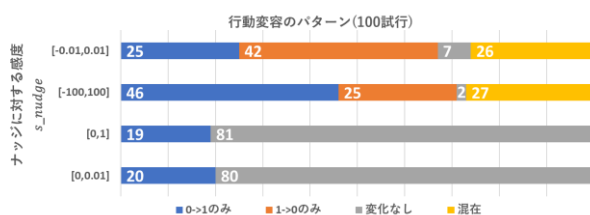
Fig. 2 行動変容結果のイメージ図

また、同調する意思の強さ  $d_{bias}$  をエージェントの初期値として取り入れた結果、①ナッジに対する感度が高いほど、行動変容を起こしやすい、②ナッジに対する感度が低くても、同調性バイアスが高ければ

行動変容を起こしやすいついことがわかった。これは三雲[7]の同調についての調査結果と一致しているため、モデルの妥当性を確認できた。

### 4.3. プロトタイプモデルによるパラメータの感度分析

エージェント数を 100 人に設定し、エージェントの持つ上記三つのパラメータそれぞれに対して感度分析を行った。その結果、ナッジに対する感度  $s_{nudge}$  を変化させたとき、行動変容を起こしたエージェントが一番多かった。ナッジに対する感度  $s_{nudge}$  の設定範囲を変化させる時のエージェントの行動変容状況を図 3 により示す。



(0: ナッジの行動しない 1: ナッジの行動する)  
Fig. 3  $s_{nudge}$  の設定範囲を変化させる時のエージェントの行動変容状況

「0→1」(青)はナッジの意図通りに行動変容を起こした状態、「1→0」(オレンジ)はナッジの意図に反して逆の行動変容を起こした状態である。「変化なし」(グレー)は行動変容を起こしたエージェントが 1 人もいない状態、「共存」(黄)はエージェントが行動状態を 0→1 に移動したエージェントと 1→0 に移動したエージェントが混在した状態である。ナッジに対する感度  $s_{nudge}$  を  $[-100, 100]$  に設定する時、ナッジの意図通りに行動変容を起こしたパターン数が一番多かったが、「共存」状態と「1→0」状態も多く発生した。

したがって、ナッジに対する感度  $s_{nudge}$  の設定範囲を大きくし過ぎると、「行動しない」という状況から「行動する」に移動したエージェント以外に、「行動する」から「しない」へ逆の行動変容を起こしたエージェントも発生してしまうことがわかった。

### 4.4. エージェントの属性を入れたナッジの一般モデル

ナッジのプロトタイプモデルを用いて、個別の状況を表現するためのより一般的なナッジのエージェントベースモデルは、エージェントの内部モデルと行動モデルからなる。

#### 4.4.1. エージェントの内部モデル

エージェントの個性を表わすために各エージェントに属性を持たせる。属性から各エージェントの消毒行動への主観確率を決定する。エージェントの消

毒への主観確率は、エージェントの感染リスクへの主観的に認識を感染予防行動の省略ベネフィットへの主観的認識で割ることによって計算する。分子である感染リスクへの主観的認識が大きい場合、不安を強く感じているため消毒行動を起こす。逆に分母である感染予防行動の省略ベネフィットへの主観的認識が大きい場合、消毒行動を省略する傾向が強くなり、消毒行動を起こさないことを選ぶ。エージェント集合は、 $Agent = \{a_i | i=1, \dots, n\}$  で表され、以下のパラメータ要素を持つ。

- $attribute_i \in \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ : 属性
- $Attribute = \{attribute_i | i=1, \dots, n\}$
- $p_{risk}$ : 感染リスクへの主観的に認識
- $p_{skip}$ : 予防行動の省略ベネフィットへの主観的認識

$p_{risk}/p_{skip}$  よりエージェントの主観確率を確定し、 $p_{risk}/p_{skip} > 1$  の場合、エージェントは消毒行動を起こす。 $p_{risk}/p_{skip} < 1$  の場合、エージェントは消毒行動を起こさない。

#### 4.4.2. エージェントの行動モデル

エージェントそれぞれの属性により主観確率を決めた後、消毒行動について意思決定を行う。消毒行動を起こしたエージェントと起こさなかったエージェントにより形成した二つのアライアンスを初期地勢とし、消毒行動を起こさなかったアライアンスを検討地勢とする。ランドスケープ理論では、エージェントは不満度を減らすために振る舞う。式(2)により消毒行動を起こさなかった検討地勢にいる各エージェントは消毒行動を行うすべての隣接地勢のエネルギー値が最小となる地勢、すなわち消毒行動へ移動する。このプロセスによってエージェントの行動変容を表現することが可能となる。

## 5. シミュレーション実験

### 5.1. シミュレーションフロー

図 4 は具体的なシミュレーションのフローを表わしている。本研究では、つくば市のデータに参照し、エージェント数を 200 人と設定する。消毒スポットに入る人数を 10 人とし、200 人のエージェントを 20 グループに分ける。1 グループ 10 人が同時に消毒スポットに入り、「ナッジに対する感度」と「同調性バイアス」の相互作用により消毒するかしないかを意思決定する。

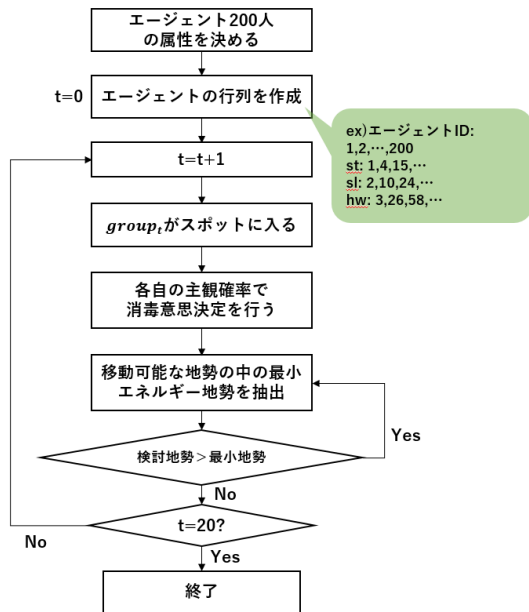


Fig. 4 シミュレーションフロー概要

## 5.2. パラメータの設定方法

エージェント数はつくば市のデータを参照にし、200人とする。各エージェントの属性について、福長[8]の調査報告を参考に設定する。福長は年代や関心度などによって新型コロナウイルスのワクチン接種意向が異なると示した。報道から20代30代の接種意向が比較的に低いことが分かった。また、福長は家に子供がいる人ほどワクチン接種を慎重に考える傾向があると述べた。本研究ではこの調査結果を参照し、意思決定の主体であるエージェントの個性を表わすために各エージェントに年齢、性別、家族構成の三つの属性を持たせる。年齢は、20歳以下・20歳～39歳・40歳から64歳・65歳以上の4つに分ける。20歳以下を学生とし、65歳以上は高齢者とする。また、学生と高齢者は男女の不安度の差異が少ないため、20～64歳の年齢層のみ男女に分けて考慮する。つまり、学生・20～64歳男性・20～64歳女性・高齢者という4つのパターンを考慮する。家族構成は、家に子供や高齢者がいるかどうかの2種類のタイプを考慮する。この三つの属性から各エージェントの消毒行動への主観確率を決定する。エージェントは以下のパラメータ要素を持つ。①年齢： $age_i \in \{x \mid 10 < x < 100, x \text{ は自然数}\}$ 。②性別： $attribute_i \in \{st, ml, fm, ag\}$ 。st=学生, ml=20～64歳男性, fm=20～64歳女性, ag=高齢者。③タイプ： $type_i \in \{a, b\}$ 。aは「家に子供や高齢者がいないタイプ」、bは「家に子供や高齢者がいるタイプ」である。

表1は本研究で使用したパラメータと各パラメータの設定方法である。

Table 1 パラメータの設定方法

パラメータ名	パラメータ値	設定方法
エージェント数 $n$	200	つくば市のデータを参照
年齢 $age$	$10 < x < 100, x$ は自然数	一様に乱数生成
性別 $attribute$	st, ml, fm, ag	ランダム生成
家族構成 $type$	a, b	ランダム生成
感染リスクへの主観的認識 $p_{risk_i}$	5.1節で詳細について説明	属性ごとにキャリブレーション (先行研究参照)
感染予防行動の省略便益への主観的認識 $p_{benefit_i}$	5.1節で詳細について説明	属性ごとにキャリブレーション (先行研究参照)
ナッジに対する感度 $S_{nudge}$	$0 < S_{nudge_i} < 1$	キャリブレーション
エージェント $i$ と $j$ の親密度 $P_{closeness_{ij}}$	$-1 < P_{closeness_{ij}} < 1$	一様に乱数生成
周りに同調する意思の強さ $d_{bias}$	$0 < d_{bias_i} < 1$	一様に乱数生成

## 5.3. エージェント属性の割合設定

本研究で再現するつくば市のデータでは200人のエージェントの詳細についてのアンケートは取っていない。よりつくば市の消毒状況を再現できるパターンを特定するため、つくば市が公開している2020年の人口概況データを参照し、表2のように200人のエージェントの属性構成割合を設定した。

Table 2 エージェントの各属性の人数

属性	人数
学生 st	22
20～64歳男性 ml	69
20～64歳女性 fm	65
高齢者 ag	44
合計	200

## 6. 実験結果

### 6.1. 属性ごとの主観確率のキャリブレーション結果

福長[8]の調査結果に基づいて以下の仮説を立てる。

1. 若年層より高齢者のほうがコロナ感染に対するリスクを大きく感じる
2. 男性より女性のほうが感染リスクを大きく感じる
3. 家に子供や高齢者がいる場合感染リスクを大きく感じる
4. 忙しい人ほど消毒行動を省略する確率が高い

表3は、つくば市のデータであるナッジ介入前の消毒率10.5%を再現するため、各属性の主観確率の

キャリブレーション結果の一つのパターンである。

Table 3 各属性の主観確率のキャリブレーション結果

職業	年齢	家族構成	$p_{risk_i}$	$p_{skip_i}$
st	20以下	—	$0 < p_{risk_i} < 0.6$	$0.4 < p_{skip_i} < 1$
ml	20~39	b	$0 < p_{risk_i} < 0.7$	$0.5 < p_{skip_i} < 1$
		a	$0 < p_{risk_i} < 0.6$	$0.5 < p_{skip_i} < 1$
	40~64	b	$0 < p_{risk_i} < 0.8$	$0.5 < p_{skip_i} < 1$
		a	$0 < p_{risk_i} < 0.7$	$0.5 < p_{skip_i} < 1$
fm	20~39	b	$0 < p_{risk_i} < 0.8$	$0.3 < p_{skip_i} < 1$
		a	$0 < p_{risk_i} < 0.6$	$0.5 < p_{skip_i} < 1$
	40~64	b	$0 < p_{risk_i} < 0.9$	$0.3 < p_{skip_i} < 1$
		a	$0 < p_{risk_i} < 0.8$	$0.5 < p_{skip_i} < 1$
ag	65以上	—	$0 < p_{risk_i} < 0.8$	$0.4 < p_{skip_i} < 1$

b:家に子供や高齢者がいるタイプ a:いないタイプ

表3より、年齢が大きくなるほど感染リスクへの主観的認識 $p_{risk_i}$ が大きくなる特徴がある。男性より女性のほう、家に子供や高齢者がいないタイプよりもいるほうの感染リスクへの主観的認識 $p_{risk_i}$ が大きい。また、比較的に忙しい20代から60代の人及び家に子供や高齢者がいるタイプのほうの消毒行動を省略する主観的認識 $p_{skip_i}$ が大きい。

## 6.2. つくば市のデータの再現結果

つくば市のデータを用いて、ナッジ介入後の消毒率が約12%~18.5%になるように実験を行う。ナッジに対する感度を以下のパラメータ範囲に設定し、エージェントの行動変化に与える影響を分析する。各範囲に設定した $s_{nudge}$ により、消毒しないから消毒する状態に行動変容を起こしたエージェント人数（平均移動人数）として図5を示す。

ナッジに対する感度 $s_{nudge}$ の設定範囲だけ変えても行動変容を起こした人数に大きな影響を与えないことを確認したため、 $s_{nudge}$ を $[0, 1]$ に設定し、ナッジ介入後の消毒率が約12%~18.5%（約3人から16人が行動変容を起こす）となるような状況を作成する。

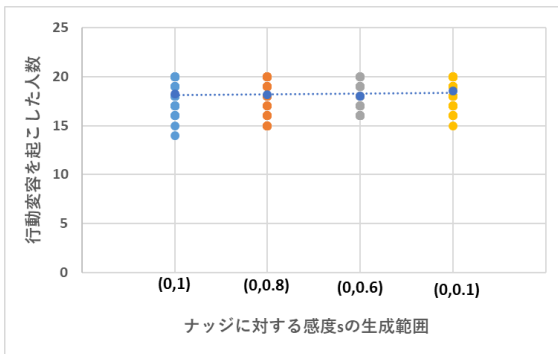


Fig. 5  $s_{nudge}$ の生成範囲を変化させた場合における行動変容を起こした人数分布

## 6.2.1. 同調性バイアスがナッジの効果に与えるマクロ特性への影響

### 6.2.1.1 同調性バイアスが作用せず、ナッジに対する感度 $s_{nudge}$ のみ作用する場合の行動変容状況に関する分析

まずエージェントの同調する意思の強さ $d_{bias}$ の値を全部1に設定することによって、エージェントの同調性バイアスが働かない状態において、ナッジに対する感度 $s_{nudge}$ とエージェントの行動変容率との関係性を分析する。ナッジに対する感度 $s_{nudge}$ のみ作用する場合、3人から10人のエージェントが行動変容を起こした。

ナッジに対する感度 $s_{nudge}$ が行動変容に及ぼす影響についてさらに分析するために、ナッジの介入により1.5%から5%の移動が発生する状況を再現し、 $s_{nudge}$ の特徴を観察する。その結果として図6を示す。

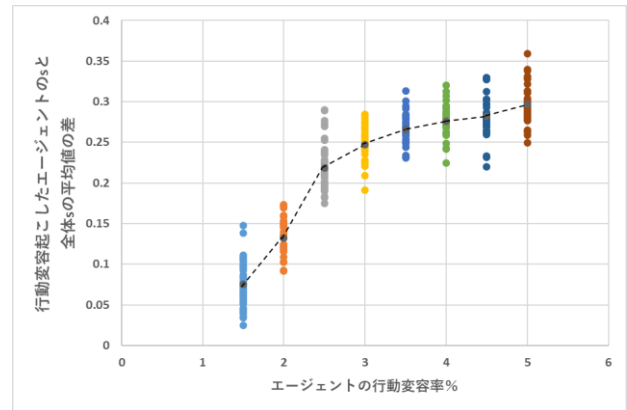


Fig. 6 同調性バイアスがない場合においてナッジに対する感度 $s_{nudge}$ と行動変容率との関係

横軸はエージェントの行動変容率である。縦軸は行動変容を起こしたエージェントのナッジに対する感度 $s_{nudge}$ の平均値と、全エージェントの $s_{nudge}$ 平均値との差を表した値である。その差がすべて正数であるため、行動変容を起こしたエージェントのナッジに対する感度 $s_{nudge}$ が平均的に大きいと言える。また、全エージェントの $s_{nudge}$ 平均値との差が大きいほど、行動変容を起こす人数が多いことがわかった。しかし、今回ナッジに対する感度 $s_{nudge}$ のみの作用で10人以上の行動変容は起きなかった。より多くの人の行動に影響を与えるために、同調性バイアスの作用も必要と考えられる。

### 6.2.1.2 ナッジに対する感度 $s_{nudge}$ と同調する意思の強さ $d_{bias}$ の相互作用による行動変容状況に関する分析

エージェントの同調性バイアスを考慮した上でナッジの介入を行う場合を考える。ナッジに対する感度 $s_{nudge}$ と同調する意思の強さ $d_{bias}$ が相互作用した

時、エージェントの行動変容率との関係性を分析する。その結果として図7を示す。つくば市の状況を再現するため、行動変容率が2%~8%となった状況を作成し、 $s_{nudge}$ と $d_{bias}$ の特徴を観察する。

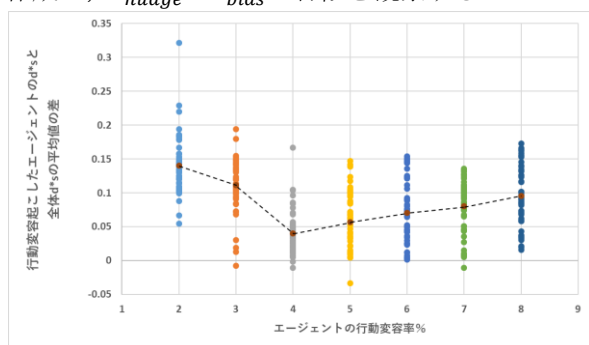


Fig. 7  $s_{nudge}$ と $d_{bias}$ が相互作用する場合のエージェントの行動変容率との関係

横軸はエージェントの行動変容率である。縦軸は行動変容を起こしたエージェントのナッジに対する感度 $s_{nudge}$ と同調する意思の強さ $d_{bias}$ の積の平均値と、全エージェントの $s_{nudge} * d_{bias}$ 平均値との差を表した値である。その差がすべて正数であるため、行動変容を起こしたエージェントの $s_{nudge} * d_{bias}$ が平均的に大きいと言える。

ナッジの介入のみ作用する場合と同調性バイアスのみ作用する場合では、パラメータ値が大きくなることと共に行動変容を起こす人数も増える結果となった。図7からナッジと同調性バイアスが相互作用する場合、4%まで行動変容を起こす場合 $s_{nudge} * d_{bias}$ の値は小さくなっていることがわかる。4%以上行動変容を起こす場合、 $s_{nudge} * d_{bias}$ の値は大きくなっている。最初に行動変容を起こすには、ナッジに対する感度と同調する意思の強さ両方の強い作用が必要であるが、 $d_{bias}$ の作用が一定強くなることに連れて $s_{nudge}$ が弱くても行動変容は起きる。しかし、 $d_{bias}$ の作用が弱くなる時に、より多くの人に行動変容を起こさせるためにはナッジの作用を強くする必要があると考えられる。

### 6.2.2. 同調性バイアスがナッジの効果に与えるミクロ特性への影響

表4はナッジ介入後消毒率13.5% (3%、6人が行動変容を起こした)のシミュレーション結果の内、200エージェントの中1グループ10人の結果である。「初期地勢」と「均衡地勢」はそれぞれナッジ介入前と介入後のエージェントのアライアンス形成状況である。0と1はそれぞれ「消毒しない」「消毒する」の行動状態を表している。0から1に変化した場合、アライアンスの移動が発生し、行動変容を起こしたという意味を持つ。

Table 4 ナッジ介入後消毒率13.5%の1group10人の結果

行動変容率3%	エージェント番号									
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
attribute	ag	fm	fm	ml	ag	ag	ml	st	ml	fm
age	79	64	38	27	89	86	54	16	54	57
タイプ	b	b	b	a	a	b	b	a	b	b
初期地勢	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
均衡地勢	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
感度s	0.897	0.595	0.317	0.955	0.531	0.007	0.928	0.846	0.986	0.649
バイアスd	0.704	0.760	0.329	0.742	0.707	0.790	0.513	0.809	0.219	0.619
d*s	0.632	0.452	0.104	0.708	0.376	0.005	0.477	0.685	0.216	0.402
d*sの全体平均値	0.260731									
d*sの差	0.371	0.19	-0.2	0.447	0.11	-0.26	0.216	0.424	-0.04	0.14

agent165が行動変容を起こした。agent165の $s_{nudge}$ と $d_{bias}$ の積が0.376であり、全体平均値との差が0.11である。この状況は図4の行動変容率3%の場合と一致している。agent165の $s_{nudge}$ は大きくないが、 $d_{bias}$ が作用したため行動変容が起きたと考えられる。つまり、 $d_{bias}$ の作用が一定強くなることに連れて $s_{nudge}$ が弱くても行動変容は起きる。

## 7. 結論

本研究ではナッジのメカニズム及び同調性バイアスがナッジの効果に与える影響を明確にした。また、つくば市の手指消毒事例の再現によりモデルの有効性を示したと言える。エージェントの特性やパラメータの設定方法をより工夫することによって、今後ナッジ政策について実証研究の実験計画をデザインする際に、同調性バイアスを考慮した本モデルを活用することが期待できる。

## 参考文献

- 1) Thaler, R.H. & Sunstein, C.R.: Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness, Yale University Press (2008)
- 2) 「ナッジ」とは?」第311回消費者委員会本会議資料, 日本版ナッジ・ユニット BEST (2019)
- 3) 山根承子: ナッジする仕掛け, 人工知能学会誌 28 巻 4 号 p596-600 (2013)
- 4) 佐々木周作ら: 医療現場の行動経済学: 意思決定のバイアスとナッジ, 行動経済学第11巻 p110-120 (2018)
- 5) 平井啓: がん検診受診率向上のための行動変容アプローチ, 行動医学研究 Vol.21, No. 2, p57-62 (2015)
- 6) 木嶋恭一: ランドスケープ理論とその周辺, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 (2004)
- 7) 三雲真理子, 上野真弓: 共感・同調が意思決定に及ぼす影響, 日本認知心理学会発表論文集 (2012)
- 8) 福長秀彦: 新型コロナワクチン接種をめぐる社会心理と報道~インターネット調査から考える~, 放送研究と調査, (2021)
- 9) 2020 Statistical Data 統計つくば令和2年度版, [https://www.city.tsukuba.lg.jp/\\_res/projects/default\\_project/\\_page/\\_001/002/336/ToukeiTsukuba2020\\_1-1.pdf](https://www.city.tsukuba.lg.jp/_res/projects/default_project/_page/_001/002/336/ToukeiTsukuba2020_1-1.pdf), p16-28, つくば市政イノベーション部統計・データ活用推進室 (2021)