

# 人々の日常の標準生活行動モデルの提案に向けた統計情報分析

○市川学（国立保健医療科学院） 小森賢一郎 薛姣（東京工業大学）

## Analysis of Life Behavior Data for Proposing Standard Life Behavior Model in Social Simulation Models

\* M. Ichikawa (National Institute of Public Health, JAPAN),

K. Komori and J. Xue (Tokyo Institute of Technology)

**概要一** 本研究では、社会シミュレーションモデルを構築する際に、モデルの対象とする社会現象によっては、対象とする社会現象の実装とは別に、日々の人々の生活行動をモデルに表現する必要性があることに着目し、この手間の軽減に向けて汎用的に利用可能な日々の人々の標準生活行動モデルを提案することを目的とする。本稿では、標準生活行動モデルの提案に向けて、国民生活時間調査から1日の生活時間帯の中で約70%を占める睡眠と通学（学業）・通勤（仕事）に関して、該当行為の開始時刻の分布と行為開始確率を分析した結果を報告する。

**キーワード:** 国民生活時間調査、生活行動モデル、社会シミュレーション、遺伝的アルゴリズム、シミュレーテッド・アニーリング

### 1. はじめに

エージェントベースのアプローチが登場して以降、社会シミュレーションの領域において多くのモデルが構築され、モデルの対象となった社会現象の理解・予測のために使われてきた。モデルが対象とした社会現象の種類に依存するところもあるが、現実社会において人々が日常の行動を行なっている中で発生した現象に着目した研究は少なくない。

例えば、エネルギー消費に関する生活行動に焦点を当てた研究が複数されている<sup>1,2,3)</sup>。これらの研究では、統計情報を元に人々の日常の生活行動を分析し、その行動の中からエネルギー消費に関係する生活行動を抜き出して分析をしている。また、感染症に関する研究では、人々の日常の生活行動をモデル構築者の感覚で、例えば小学生は8時に学校に行く、有職者は9時に会社に到着する、などのように設定していることがある<sup>4,5)</sup>。つまり、構築するモデルの粒度にも関係するが、統計情報やモデル構築者の感覚などを頼りに、人々の行動をモデル上で表現しているものが存在する。

本研究では、社会シミュレーションモデルを構築する際に、対象とする社会現象によっては、人々の日常の生活行動モデルが必要になる点に着目する。現状、このようなモデルの構築者は、人々の日常の生活行動モデルと対象とする社会現象及びその社会現象に特徴付けられる人々の行動モデルを実装しなければならない。

感染症蔓延のシミュレーションモデルを例にすると、モデル構築者は感染症が蔓延する人工的な仮想都市と、仮装都市で生活する人間とその行動、さらに感染症の伝搬を実装することになる。この場合、仮装都市で生活する人間とその行動は、現実社会の人々の日常の生活行動から表現し、その行動上で人から人への感染の現象が表現される。

ここで、感染症に限らず他の現象をモデル化する際にも共通しそうな部分が、人々の日常の生活行動モデルの部分である。人々の日常の生活行動モデルは、感染症に限らず他の社会現象モデルでも実装が必要とされる可能性は十分に考えられる。仮に共通のモデルとして人々の日常の生活行動モデルが提供されるのであ

れば、モデル構築者は、対象とする社会現象及びその社会現象に特徴付けられる人々の行動モデルのみを実装すればよく、モデルを構築する際の負担を軽減することに繋がると考える。さらに、モデルにおける人々の行動モデルの評価は、人々の日常の生活行動モデルの提供者に委ねることができ、報告や発表の場においてモデルが対象とした社会現象に注力することが可能となる。つまり結果として、モデルを構築する本来の目的、つまりモデルの対象とする社会現象の理解・予測に集中する環境を作り出せると考える。

本研究では、社会シミュレーションモデルにおいて、現実社会の人々の日常の生活行動を表現し、モデル構築者が共通して利用することができそうな「標準生活行動モデル」を提案することを最終的な目標とする。本稿では、日常の生活行動モデルの実現に向けた第一歩として、日々の生活の大部分を占める睡眠・通勤（仕事）・通学（学業）に関して、該当行為を開始する時刻の分布とその行為を行う確率を分析した。

以降では、分析に関する方法と分析結果及び分析結果の利活用について説明する。

### 2. 生活行動に関する調査

日本人の日常の生活に関する調査として、代表的なものに社会生活基本調査が挙げられる。社会生活基本調査は、国の調査事業として5年ごとに行われ、日本人の生活時間の配分や余暇時間における活動の状況を明らかにするために行われる調査である<sup>6)</sup>。この調査では、世帯の情報（世帯構成と世帯主との続き柄）と生活行動が同時に調査されるため、性別に応じた生活行動の分類、年齢別の生活行動の特徴分析などが行える。

例えば、生活行動に関する調査結果としては、性別と年齢に応じた趣味・娯楽の種類ごとの行動率が得られる（例：男性15歳～19歳では、93%の人が趣味・娯楽に時間を費やし、そのうち27%がスポーツ観戦している）。また、生活時間に関する結果からは、性別と年齢に応じた行動の種類ごとの1日の平均行動時間

が得られる（例：男性 15 歳～19 歳では、睡眠に 1 日平均 466 分費やしている。）。

社会生活基本調査と似たような調査に、NHK 放送文化研究所が行なっているデータブック国民生活時間調査を挙げることができる。国民生活時間調査も、5 年ごとに行われており、日本人の生活（仕事・家事・食事など）に関する基礎的なデータを調査している<sup>7)</sup>。

この調査では、性別・年齢・職種に応じて、時刻別行為者率として 1 日 24 時間を 15 分間隔に分けた中で、該当する時刻にどれくらいの人が何をしていたのかが明らかにされている。例えば、時刻別行為者率の結果として、男性 10 代においては、平日の 0 時から 0 時 15 分に全体の 88.5% が睡眠をとっているということが得られる。

社会基本生活調査と国民生活時間調査は、結果の公表方法が異なる。社会基本生活調査は、主に全体のうちある行動を行う割合と、その行動に費やした行為時間が得られる。行動の種類によっては、その行動の開始時刻まで得られるものがあるが、その種類は限られている。一方で国民生活時間調査は、全体のうちある行動を行う割合と、その行動に費やした行為時間が得られるのに加えて、時間帯別のその行動の行なっている割合が得られるため、何時に何をしていたのかという点を明らかにすることができる。また、国民生活時間調査では、年齢別・性別・職種別で集計しているため、例えば 10 代男性・有職者の行動を分析することができる（社会基本生活調査では、職種別の集計結果が得られない）。なお、社会基本生活調査は世帯における役割を考慮した調査結果が得られるので、共働きの家族における平均の通勤時間、睡眠時間などを知ることができる。

本研究で提案する標準生活行動モデルでは、社会シミュレーションモデルを構築する上で、時間軸に応じた人の生活行動を定義することが必要不可欠だと考える。つまり、何時に何をしていたのかという点が定義できなければならないと考える。本稿では、研究目標の基本となる時間帯別の生活行動を明らかにするため、年齢別・性別・職種別で結果が時間帯別の情報で掲載されている国民生活時間調査の調査結果を用いることとした。次章以降で、国民生活時間調査の調査結果の分析手法とその結果について説明する。

### 3. 国民生活時間調査の調査結果と分析方法

#### 3.1 国民生活時間調査の調査結果例

本研究では、国民生活時間調査として 2015 年に調査が行われた結果を用いた。分析対象となる調査結果については、データブック国民生活時間調査 2015 に収録されている調査結果を利用した<sup>8)</sup>。調査結果は、1 日の行為者率・行為者平均時間量・全体平均時間量・

標準偏差が得られるもの（結果 1：Table 1 参照）と、時刻別行為者率が得られるもの（結果 2：Table 2 参照）の 2 つからなる。

Table 1: 結果 1 の例（国民全体集計）。

		平日			
		行為者		全体	
		比率	平均時間 (B)	平均時間 (A)	標準偏差 (C)
		時間 分	時間 分	時間 分	
睡眠	眠	99.6	7:17	7:16	1:42
食事	食	99.2	1:37	1:36	0:43
身のまわりの用事	身	98.1	1:14	1:12	0:42
療養・静養	療	7.1	2:38	0:11	1:05
仕事関連	仕	52.9	8:19	4:24	4:41
仕事	事	52.3	8:15	4:19	4:38
仕事のつきあい	仕	3.9	1:58	0:05	0:31
学業	学	12.8	8:19	1:04	3:00
授業・学内の活動	授	11.9	7:11	0:51	2:28
学校外の学習	学	9.2	2:16	0:12	0:53
家事	家	61.7	3:54	2:24	3:11
炊事・掃除・洗濯	炊	49.9	2:26	1:13	1:43
買い物	買	32.5	1:11	0:23	0:46
子どもの世話	子	12.1	3:23	0:24	1:42
家庭雑事	家	28.3	1:51	0:31	1:18
通勤	通	44.6	1:19	0:35	0:58
通学	通	12.8	1:16	0:10	0:34

Table 2: 結果 2 の例（国民全体集計）

		時間帯別													
		0時				1時				2時				3時	
		15	30	45		15	30	45		15	30	45	15	30	
睡眠	眠	84.3	84.8	86.8	87.2	90.9	91.2	92.8	92.9	94.6	94.7	95.3	95.3	95.5	95.5
食事	食	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
身のまわりの用事	身	1.7	1.7	1.4	1.4	1.0	0.9	0.7	0.7	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6
療養・静養	療	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
仕事関連	仕	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.4
仕事	事	1.8	1.8	1.7	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3

結果表 1（Table 1）より、該当行為を行なった人の全体に占める割合とその行為に費やした時間を得ることが可能である。また結果表 2 からは、時間帯別で特定の行為を行なっていた人の割合を知ることができる。例えば、結果表 1 から、国民全体の 99.6% が睡眠をとり、その睡眠時間は平均で 7:17 であることがわかる。結果表 2 からは、国民全体の 84.3% が 0 時から 0 時 15 分の間で睡眠をとっていることがわかる。

本研究では、これらの調査結果を用いて、年齢別・性別・職種別での 1 日の標準生活行動モデル提案に向けた基礎分析を行う。

#### 3.2 標準的な行動モデル構築のための手順

本研究では、1 日の標準生活行動モデルを構築するにあたって、1) 睡眠時間の分析、2) 通勤（仕事）・通学（学業）の分析、3) 自由行動の分析の順で国民生活時間調査の結果を分析することとした。これは、1 日の行動を考えるにあたって、確実にかつ長時間に渡って行われる行為から、その行為を行う時間帯と行為を開始する確率を確定させた方が、24 時間の行為を割り振る上で効率が良い（割り振りしやすい）と判断したためである。

睡眠については、ほぼ全員が睡眠の行為を行なって

おり、かつ睡眠開始時刻が決定されれば平均睡眠時間より睡眠の行為を行なっている時間帯を設定することが容易であると考えたため、最初の分析対象とした。

24 時間の中で睡眠の行為を行なっている時間帯が決定されると、残りの行為可能時間は概ね 16 時間から 17 時間となる。この時間帯に長時間拘束される可能性のある行為を、次の分析対象とすることで、徐々に時間帯に割り当てる行為を減らしていくこととした。

1 日の生活の中で、睡眠に並ぶ長時間の行為は、学業もしくは仕事である。学業も仕事も学校や会社に 8 時間程度は拘束されるため、24 時間のうち睡眠と通学・通勤時間を考慮した上で学業・仕事を割り振った残りの時間は、概ね 6 時間程度となる。この残り時間は、選択肢の多い自由な行為を行う時間として割り当てる。

なお、学業や仕事については、通学（行き）・学業・通学（帰り）もしくは通勤（行き）・仕事・通勤（帰り）をセットとして考えることとし、行きの通学・通勤開始時刻が決まれば、続く学業・仕事及び通学・通勤（帰り）の行為時間帯が自動的に定義されるものとして分析を行う（通勤開始時刻が決まれば、通勤時間の分布と仕事・学業に従事する時間分布から、帰宅する時刻を予定することができるため）。

最後の残った時間が自由な時間となり、食事の時間・娯楽の時間・自宅学習の時間などに振り分けるものとした。なお、本稿では 1) 睡眠時間の分析及び 2) 通勤（仕事）・通学（学業）の分析までを行なっている。

### 3.3 標準的な行動モデル基礎分析方法

与えられた統計情報から 1) 睡眠時間の分析及び 2) 通勤（仕事）・通学（学業）の分析を行う本研究の手法は、組み合わせ問題を解くことを意味する。つまり、統計情報に合うようにある行為を行う人々を時間軸上で当てはめて行く。本研究では、分析手法として組み合わせ問題を解くことができる遺伝的アルゴリズム（GA 法）を用いた方法とシミュレーテッド・アニーリング（SA 法）を用いた方法を検討し、1) 睡眠時間の分析について両方の分析結果を比較することとした。以下、利用した GA 法と SA 法のアルゴリズムの概要を説明する（GA 法及び SA 法の特徴については、別途発表論文などを参考にされたい）。

#### 3.2.1 睡眠開始時刻算出アルゴリズム（SA 法）

ここでは、睡眠開始時刻算出のために用いた SA 法のアルゴリズムの概要を説明する。

睡眠行為者として 10 万人分を用意し、それぞれの睡眠開始時刻を  $x_i (i=1,2,\dots,100000)$  とする。初期値として 22 時から 4 時までの 15 分刻みの時刻を一様乱数で与える。なお、 $x_i$  が取り得る値は、15 分刻みで表現される 24 時間を 0 から始まる連続した整数で表現をし、

96 個の値 (0,2,3,...,95) の中から 1 つの値を取る。ちなみに整数 0 は時刻 0:00、整数 1 は時刻 0:15 を意味し整数 95 は時刻 23:45 である。

睡眠行為者は、時刻別睡眠行為を判定する行列  $X_i[96]$  も持つ。時間刻みは 15 分であるため、96 の要素を持つ。要素順位は 15 分刻みで表現される 24 時間を 0 から始まる連続した整数に対応させるものとする。つまり、 $X_i[0]$  は時刻 0:00 における行為を判定する要素を意味する。整数で表現する時刻  $j$  で睡眠行為を開始した場合、 $X_i[j] = 1 (0 \leq j < 96)$  とし、睡眠行為者  $i$  の睡眠時間を  $s_i$  とした場合、 $X_i[x_i] = 1, X_i[x_i + 1] = 1, \dots, X_i[x_i + s_i] = 1$  となる。

睡眠行為者全体では、10 万人の睡眠行為者の中で、時刻別睡眠行為を行なっている人数の全体に対する割合を保持する行列  $Y[96]$  を定義し、 $Y[j] = \sum_{i=1}^{100000} X_i[j] / 100000 (j = 0, 1, \dots, 95)$  とする。例えば、 $Y[0] = 9980$  は時刻 0:00 に 9980 人が睡眠を行なっていることを意味する。

評価値については、国民生活時間調査の調査結果（時刻別睡眠行為者の統計値） $R[j]$  を利用して、 $E = \sum_{j=0}^{95} (Y[j] - R[j])^2$  とした。

アニーリングについては、現状の睡眠行為者  $i$  の睡眠開始時刻  $x_i$  を前後 1 時間の間の任意の時刻に変更することで次の状態を作成する ( $x'_i = R(x_i)$ )。  $x'_i$  について  $X'_i[j]$  及び  $Y'[j]$  を求め、評価値  $E'$  を得る。現状の評価値  $E$  と次状態の評価値  $E'$  について差 ( $\Delta E = E' - E$ ) を取り、その値を評価する。

評価は、 $\Delta E \geq 0$  の場合は、評価値が良くなっていないことを意味するため、次状態を破棄し元の状態でアニーリングに戻る。 $\Delta E < 0$  の場合は、評価値が良くなっていることを意味するため、次状態を受け入れクリアーリングに進む。パラメータ  $T$  を  $T' = rT (0.8 < r < 1.0)$  によって更新し次状態を使ってアニーリングへ入る。パラメータ  $T$  が十分小さくなったところで SA を終了する。

#### 3.2.2 睡眠開始時刻算出アルゴリズム（GA 法）

ここでは、睡眠開始時刻算出のために用いた GA 法のアルゴリズムの概要を説明する。

SA 法と同様に 10 万人の睡眠行為者を用意し、それぞれの睡眠開始時刻を  $x_{i(i=1,2,\dots,100000)}$  とする。さらに、10 万人の睡眠行為者の睡眠時刻を保持した個体を 100 個体作成し、それぞれの個体に対して 10 万人の睡眠行為者の初期値を、SA 法と同様に 22 時から 4 時までの 15 分刻みの時刻を一様乱数で与える ( $X_{i,k} = \{x_{1,k}, x_{2,k}, \dots, x_{100000,k}\} (k = 1, 2, \dots, 100)$ )。なお、時刻の捉え方も SA 法と同じく 24 時間を 0 から始まる連続した整数で表現をし、96 個の整数値とする。

各個体の評価値  $E_k$  を計算する。評価値及び時刻別睡眠行為を行なっている人数の全体に対する割合はそれぞれ、 $E_k = \sum_{j=0}^{95} (Y_k[j] - R[j])^2, Y_k[j] = \sum_{i=1}^{100000} X_{i,k}[j] /$

100000( $j = 0, 1, \dots, 95$ )である。

淘汰及び交叉については、100 の個体のうち評価値の大きい 5 つを淘汰し、評価値の小さい個体を元に新しい個体を生成させる。交叉率は 50%として、また突然変異については、1.5%の確率値で行なった。GA 法については 100 回の交叉を繰り返し終了するものとした。

SA 法と GA 法の結果の比較については、次章で述べる。

#### 4. 国民生活時間調査の分析結果

3 章で説明した SA 法及び GA 法を用いて 1) 睡眠時間の分析を行い、その結果から SA 法を採用することにし、2) 通勤(仕事)・通学(学業)の分析を行なった結果を説明する。

##### 4.1 睡眠分析

1 日の行動の中で約 30%を占める睡眠について、睡眠開始時刻の分布と睡眠開始確率を決めるための分析を行った。なお、国民生活時間調査においては、睡眠の項目の中に日中の仮眠時間も含まれているが、調査結果から睡眠と仮眠の区別をすることができないことと、睡眠に対して仮眠の行為時間が極端に短いことを理由に、仮眠の行為については無視することとした。なお、睡眠に関する行為時間については、調査結果の平均時間の睡眠を一律で取るものと仮定した。例えば、成人全体の 1 日の睡眠時間は 7 時間 14 分である。また、時刻別の睡眠行為者の比率は Fig. 1 に示す。縦軸は成人全体における睡眠行為者の割合を表し、横軸は時刻を表す。午前 3 時頃はほとんどの人が睡眠をとっており、午前 7 時頃には多くの人が起床していることを意味する。

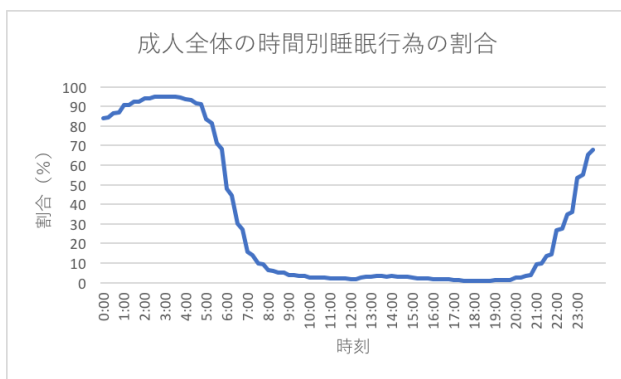


Fig. 1: 成人全体の時間別睡眠行為者の割合

Fig. 1 の時刻別睡眠行為者の割合と睡眠時間の 7 時間 14 分を制約条件として、GA 法と SA 法による時間別睡眠開始時刻の分布を Fig. 2 に示す。

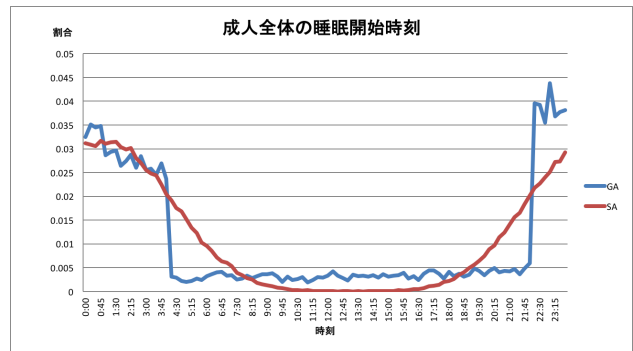


Fig. 2: 成人全体の睡眠開始時刻

Fig. 2 より、GA 法と SA 法の手法の違いで分布のグラフの形に違いが生じているのがわかる。この違いは GA 法と SA 法の手法の特徴によるものである。つまり、GA 法では、起床開始時刻をランダムに変更することによって評価を良くし統計値に近づけていく。そのため、全体での評価値を良くさせようとした結果、ひずみとして 4 時前後及び 22 時前後で大きな数値の変化が生じている(該当時刻での統計とのずれは少ないが、局所的にズレが大きくなる)。一方で SA 法では設定された時刻を前後 1 時間以内で徐々にずらすことで統計値に近づけていくため、特定の時刻で大きな数値の変化が生じず全体として滑らかな曲線を描く(全体の時刻を通して多少のズレを許容する)。

一般的に考えて、ある時刻において睡眠を開始する人数の割合が大きく変化するとは考えづらい。本研究では、睡眠を開始する時刻の割合分析については、SA 法による分析結果を採用することとした。なお、GA 法の特徴の影響で、別の行為に関する時刻分析についても、ある時刻の前後で行為者の割合が大きく変化する可能性があるため、以後の分析についても SA 法を利用することとした。

##### 4.2 通学分析

小学生、中学生、高校生について通学を開始する時刻及び学校で学業に励み帰宅するまでを SA 法を使って分析した。なお、通学開始時刻の初期値として全学生に 8 時前後を与えている。また、学業の時間については平均値から多少短縮・延長することを許している。ここでは小学生の登校時刻・下校時刻及び帰宅時刻の分布を Fig. 3 に示す。縦軸は全小学生に対する特定時刻の登校開始する人数の割合を示し、横軸は時間帯を示している。

Fig. 3 からは、朝の 8 時 15 分前後で登校開始のピークがあることがわかり、この時間帯に学校に向かい始めていることを意味する。また、下校の時間帯についてはバラツキがあり、学年や学級行事、クラブ活動の影響で登校時のように特定の時間帯に下校の行為が集中することはない。遅い時間帯での小学生の下校行

為は、学童などの影響が考えられる。

もう1つの分析結果として小学生・中学生・高校生の下校行為の時間帯別行為分布を Fig. 4 に示す。横軸は時間帯を示し、縦軸は帰宅行為を開始する人数の割合を示している。学年が上がるごとに、帰宅開始時刻が遅くなっていることがわかる。

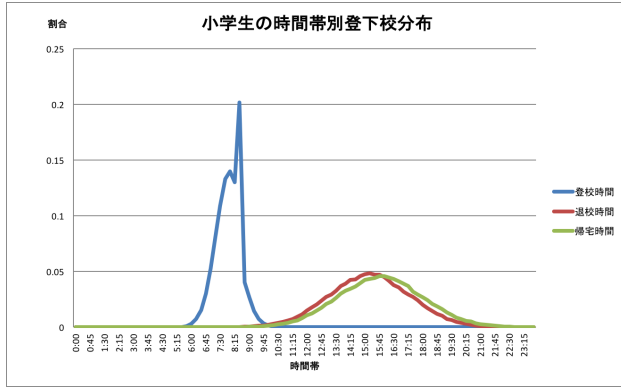


Fig. 3: 小学生の時間帯別登下校分布

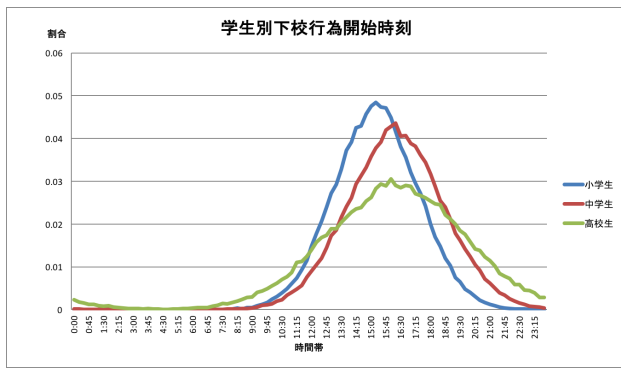


Fig. 4: 学生別下校行為開始時刻の分布

### 4.3 通勤分析

通学時間帯に比べ通勤時間帯は、就業時刻にバラツキがあるため、通勤開始時刻を分析することが難しい。全ての就業者が9時ごろに出勤していれば分析は簡単であるが、夜勤の就業者は夕方に通勤をするであろうし、正午前後に通勤する就業者も考えられる。朝に登校時間帯が固まり、夕方に帰宅する小中高生より行動パターンが多岐にわたる。

本研究では、通勤開始時刻を設定することで通勤に続く仕事の行為と通勤（帰宅）が平均通勤時間と仕事に従事する平均時間から自動的に設定ができるものとしている。SA法の初期値の通勤（行き）の開始時刻には、深夜帯に仕事をしていない人々の割合分を9時に、深夜帯に仕事をしている割合分を17時に設定した。ちなみに成人全体では、全体の2%が深夜帯で仕事に従事している。成人全体の分析結果を例として Fig. 5 に時間帯別通勤時間開始の分布を示す。縦軸は全体に占める行為開始者の割合を表し、横軸は時間帯を表す。

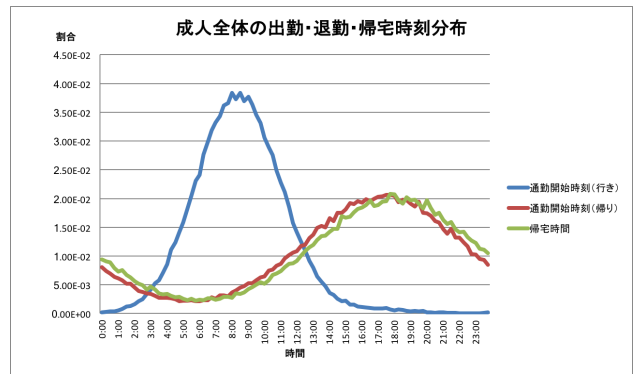


Fig. 5: 成人全体の出勤・退勤・帰宅時刻分布

Fig. 5 より通勤のため家を出る成人のピークは8時頃だということがわかる。一方で帰宅時間帯は19時頃ということもわかる。概ね、日中に仕事へ従事している成人の行動が表現されていると判断することができる。もう1つの分析結果として、職種別の帰宅時刻の分布を Fig. 6 に示す。

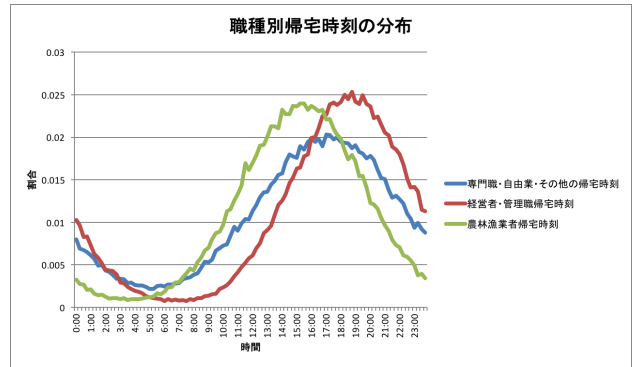


Fig. 6: 職種別帰宅時刻の分布

農林水産業に従事する方の帰宅時刻が早い傾向にある一方で、経営者や管理職に該当する職種の帰宅時刻は遅い傾向があることを読み取ることができる。

## 5. 標準日常行動モデルの利用可能性

4章で得られた分析結果は、構築するシミュレーションモデルにおいて、モデル内の人の年齢や性別、職業に応じて睡眠や学業・仕事の時刻別の開始割合を取得することを可能にし、シミュレーションにおいて国民生活時間調査の調査結果に沿った行動を行わせることができる。

本章では、シミュレーションにおいて国民生活時間調査の調査結果に沿った行動を行わせられることを踏まえて、いくつかの社会シミュレーションモデルへの利用可能性について言及する。具体的な利用例として、救急・災害・商業の3つの分野におけるシミュレーションモデルでの利用を想定する。

### 5.1 AEDの需要に関する研究への応用

佐々木らは、自治体におけるAEDの需要の算出を行なっている<sup>9)</sup>。この研究では、自治体に住む住民は、

常に自宅に滞在しているものと仮定し、統計情報に基づいた確率値で住民に心停止の事象を発生させている。そして、心停止の発生箇所に応じて最寄りの AED を探索し、自治体内に点在する AED の需要を算出している。この算出結果は、そもそも心停止が自宅でのみ発生すると仮定しているため、日常生活の中で心停止が発生した需要を算出しているとは言い難く、自治体内での AED の需要も人口分布に依存してしまう可能性がある。

本研究の成果を活用することで、日々の生活行動を行なっている中で心停止の事象を発生することができ、心停止が発生した場所の近くにある AED を割り当てることが可能になる。そのためより現実味のある AED の需要を算出することが可能になる。また、そもそも睡眠中は心停止が起きても家族に気付かれず、結果として AED の需要が発生しないと内容も表現可能になると考える。

## 5.2 地震発生時の被害推計に関する研究への応用

内閣府防災のホームページにおいて、南海トラフ地震や首都直下地震発生時の被害状況を予測するための手法が公開されている<sup>10)</sup>。また、戦略的イノベーションプログラムの防災においても、地震発生時の被害を予測するべく、250m 四方のメッシュにおける被害状況（死者数・負傷者数・避難者数）の算出に関する研究が行われている<sup>11)</sup>。これらの手法は、過去の阪神・淡路大震災や中越地震における実際の被害状況を踏まえての計算式で成立しており、日中の人々の生活行動を考慮しての算出は、数式上の係数としてのみ現れている。従って係数を調整することで、どのような結果にも当てはめられる一方で、新たな地震に対して係数が合わず算出結果が実際の被害状況と大きく異なってしまう可能性を秘めている。

本研究の成果を活用することで、睡眠をとっている人と起きている人の区別、自宅にいる人と学校や職場にいる人の区別、さらには自由行動に該当するが調理中や趣味の時間などの区別を時間帯によって割り当てることができ、その行為中の災害発生を表現することが可能になる。したがって調理中であれば火災の火元になる可能性を表現出来たり、睡眠中であったがために倒壊する家屋の下敷きになったりという事象を表現することが可能になると考える。結果として、既存の数式を活用した被害想定よりも精度を高められる可能性が存在する。

## 5.3 商業や娯楽活動に関する研究への応用

小森ら<sup>12)</sup>は、市街地における買い物や趣味活動を意味する回遊行動を、各種統計やハザード関数等の数理モデルを用いて定義している。しかし、特定の時間帯

に人が取る行動は、社会生活基本調査に基づいているものの、性別毎に4世代の計8種の属性別に定められた確率値によって決定される。これは、職種で特徴づけられる、同世代間でも異なる生活行動を表現できていない。また、職場や学校からの行き来のついでに買い物等の行為を行う、寄り道と呼べるような現象が存在しない。これらの課題に関して本稿の手法を用いることで、職種の異なる人々の生活行動を個々に定義できる。さらに、本稿で求めた生活行動を制約条件として、他の生活行動を同様の手法で求めることにより、就業者や学生の寄り道といった現象や、それ以外の人々の生活様態を表現できると考える。

職種別の生活行動や寄り道といった現象も考慮したより現実的な生活行動モデルは、同時間帯における同一世帯構成員の活動比較や、個人や世帯家計の具体化といった、比較的ミクロな経済活動モデルの構築に寄与すると考える。また、これら世帯の分布を統計情報と照合し設定することにより、一世帯から都道府県にまで至る各行政区画レベルのマクロな経済動向が推計可能となる。加えて、地理的特性を反映した都市空間モデルを組み合わせることで、時間や場所を具体化した都市における人々の購買活動や余暇活動のシミュレートも可能となる。いずれの応用手法にせよ、課税や交通規制等各種政策が世帯や地域に及ぼす影響を、シミュレーションによりそれらの差異を比較できるようになるとも考える。

## 6. まとめ

本稿では、社会シミュレーションモデルを構築する際に、日々の人々の生活行動をモデルの必要性に着目し、汎用的に利用可能な日々の人々の標準生活行動モデルを提案することを目的として、国民生活時間調査から1日の生活時間帯の中で約70%を占める睡眠と通学（学業）・通勤（仕事）の、該当行為の開始時刻の分布と行為開始確率を分析した。分析結果は、現段階で表計算形式での提供にとどまるが、今後は、5章の利活用事例でも触れたように、様々な領域のモデルにおいて標準生活行動モデルとして活用できるよう、API化を目指す。また、今回は分析を見送った自由行動についても行為を行う時間帯の分布と行為を行う確率の提供ができるようにする予定である。

## 謝辞

この研究は若手研究費 A15H05349 の助成を受けたものです。

## 参考文献

1. 相良, 谷本, 萩島 : 第3報—普遍的データ生成法, 空気調和・衛生工学会論文集 105, 29/35 (2005)
2. Yoshiyuki Shimoda et al. : Residential end-use energy simulation at city scale, Building and Environment 39, 959/967 (2004)
3. 川村, 市川, 出口 : 多様性を考慮した動的な生活行動決定モデルの構築. 第7回社会システム部会研究会, 27/32 (2014)
4. J. Xue, M. Ichikawa, H. Deguchi : Simulation Analysis of Vaccination Subsidy with ABM Approach, Post-Proceedings of The AESCS International Workshop 2013, Agent-Based

Approaches in Economic and Social Complex Systems VIII,  
Agent-Based Social Systems, Vol. 13, 103/114 (2015)

5. 市川, 齋藤, 藤本, 出口: 伊豆大島における季節性インフルエンザ流行シミュレーションモデルの構築と分析. Joint Agent Workshop & Symposium 2015 予稿集, 213/219 (2015)
6. <http://www.stat.go.jp/data/shakai/2016/gaiyou.htm>
7. [http://www.nhk.or.jp/bunken/research/yoron/20160217\\_1.html](http://www.nhk.or.jp/bunken/research/yoron/20160217_1.html)
8. NHK 放送文化研究所: データブック 国民生活時間調査 2015
9. 佐々木, 市川, 金谷: Agent Based Approach を用いた AED の最適配置に関する研究, 日本救急医学会総会 (2016)
10. <http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/index.html>
11. <http://www.jst.go.jp/sip/k08.html>
12. 小森, 市川, 出口: 機能的役割を用いた市街地大型商業施設跡再生に関する研究, 経営情報学会誌, 25(1), 29/45 (2016)