

中央防災会議
「首都直下地震避難対策等専門調査会」
(第4回)

帰宅困難者シミュレーション手法について
(素案)

平成19年2月13日
内閣府(防災担当)

1．シミュレーションの目的

帰宅困難者問題の検討に際しては、現状において予想される問題（道路や橋梁等での混雑等）とその深刻度を把握するとともに、施策を実施した場合の効果を把握する必要がある。このため、首都圏の帰宅困難者等の行動をモデル化するとともに、各種条件を適切に付与した上で、その行動についてシミュレーションを行う。

2．シミュレーションの方針

2.1 対象領域

本シミュレーションは、東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県全域と茨城県の南部を対象として評価を行う。

徒歩帰宅行動の評価にあたって、昼間人口を居住地別に把握する必要があり、東京都市圏交通計画協議会がこの圏域を調査範囲として実施した第4回パーソントリップ調査（平成10年）を利用する。

2.2 対象道路

対象地域の主要地方道（都県道）以上の道路を基本的な対象とする。

図1に示す平成13年の主要地方道（都県道）以上のネットワークを基本に、その後新設された道路や主要な交通路を形成するその他の道路を補完することとする。

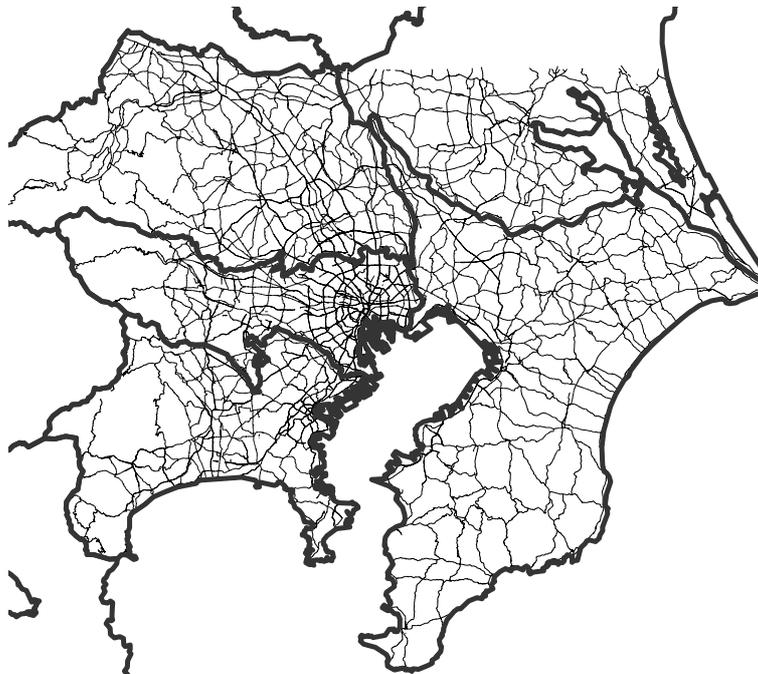


図1 対象とする基本道路ネットワーク

2.3 人口分布

対象地域全体について、居住地域別、外出先地域別の昼間人口を求める。なお、外出先の地域別人口の分布は、地域全体の合計値を、地域内の事業所数分布に応じて1kmメッシュに配分することにより求める。

2.4 徒歩帰宅者の移動の起終点条件

徒歩帰宅者の移動の起点は、地震発生時の所在場所に対応するメッシュとする。また、終点は自宅等の所在場所に対応するメッシュとする。

なお、自宅に戻れずに避難所等や親類宅等へ行く人については、近距離の移動に置き換わるものとして扱う（モデル上は、帰宅者数の減少として表現）。

2.5 帰宅行動のモデル

帰宅行動モデルは、基本的には起点（スタートメッシュ中心点）から直近の経路へ移動し、そこから終点（ゴールメッシュ中心点）への最短距離となる経路を使用するものとする。ただし、前方の経路が渋滞している場合や、通行規制等に関する情報が得られている場合には、迂回行動も生じるものとする。

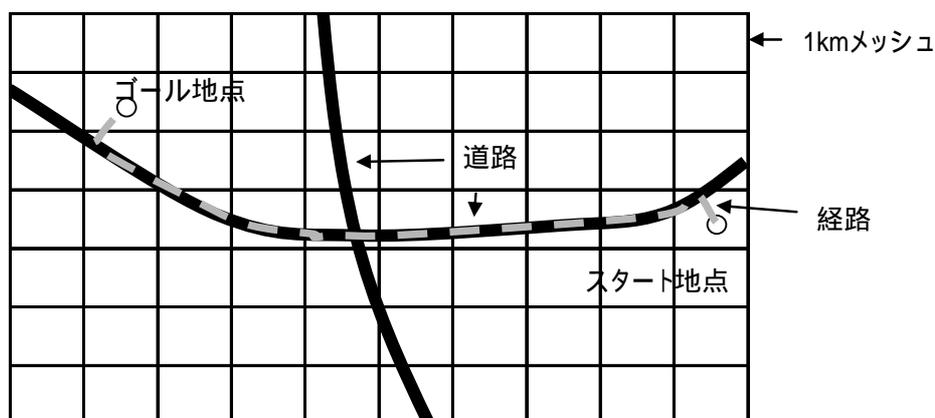


図2 帰宅経路のイメージ（四角の枠は1kmメッシュ、太線は道路、点線は経路）

2.6 帰宅者の歩行速度と混雑度の評価方法

歩行速度は、混雑状況に応じて設定する。

具体的には、大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環として実施した「帰宅困難者の行動と対策に関する調査研究」（三菱総合研究所、平成15年度）を踏まえ、表1の通りとする。

表1 歩行速度の設定

混雑度（人/m ² ）	～1.5	1.5～6	6～
速度（m/時間）	4000	直線的に速度が減少	400

3. シミュレーションにおける人の属性の反映

それぞれの人が置かれている状況や、課せられている任務等によって、発災後の行動は異なってくる。この点をシミュレーションモデルに反映させる。

(1) 期待効用理論に立脚

「人は自分にとって最も望ましい結果を得るべく行動する」（主観的な期待効用を高めようとする）という前提に立ち、人の行動をモデル化する。

(2) 移動行動に係る効用関数の相違に着目して関係主体を分類

地震が起きた後に、どこに行こうとするかは、その人が置かれている状況により異なる。人々を、図3に示した区分により類型化するとともに、本人・家族の安否状況によっても分類し、それぞれのカテゴリー別の効用関数（「どのような行動を望ましいと考えるか」を表す関数）を求める。

ただし、このような分類をあまりきめ細かく行くと、属性の種類が多くなり計算上の困難が生じるので、類似の行動をとるものは集約し、全体への影響がほとんどないようなものは省くなどして、シミュレーションの対象とするパターンは少なくするよう配慮する。



図3 移動行動に係る効用関数の相違に着目した関係主体の分類

なお、家族の安否状況に加えて、自宅の損壊も、通勤者等に帰宅を急がせる要因となる。このため、住宅が全壊等の状況に陥っている場合には、効用関数の検討にあたって、家族が死亡・重傷している場合に準じた取り扱いを行う。

表2 被災状況による行動の相違

		本人の状況	
		無事	死亡・重傷・軽傷
家族の状況	無事・軽傷	制約条件無しで行動可能	助力を得て病院へ
	不明	時間経過とともに、駆けつけ行動へ移行する人多し	
	死亡・重傷	全速力で自宅等へ駆けつけ	

(3) 期待効用を最大化する移動行動選択を行うと仮定

地震が発生した後、時間ステップ毎又は分岐点等に差し掛かる毎に、各人の主観で最適と考える行動を選択するものと仮定する。

基本的な選択肢は、図4に示す通りとする。現在地にとどまる選択と、自宅方面・通勤通学場所方面・親類宅等方面・避難所等のいずれかに向かう選択の中から、本人の主観に基づく期待効用が最も高くなる選択を行うものと仮定する。

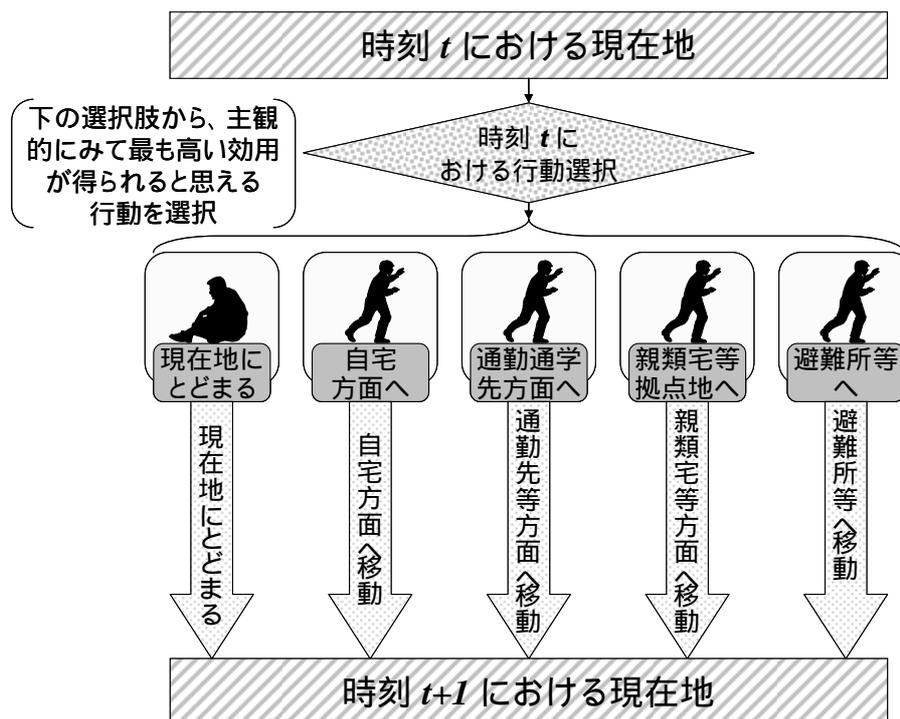


図4 基本的な移動行動の選択肢

(4) 移動経路選択モデルにおいては保有情報の差の表現も検討

基本的に最も移動負荷の少ない移動経路を選択

歩行者は、道路の分岐点に来た際に、基本的に最も移動負荷が少ないと本人の主観で見込む移動経路を選択するものとする。(基本的に移動距離を移動負荷の指標とする)

火災延焼帯を回避するための移動経路の変更等の行動については、火災延焼帯の存在を認識した時点以降、当該火災延焼帯周辺を通る経路を回避する等のロジックをモデルに組み込むことを検討する。

保有情報の相違等による行動の差の表現

経路上の状況（通行止、火災、混雑等）に関する情報が全く得られない場合には、それぞれがまずは最短経路を選択し、途中で行き詰まったり、一定条件の歩行者渋滞に巻き込まれたりした場合に、経路変更を試みるものと仮定する。一方で、情報を保有している場合には、適切な迂回行動や待機行動が採られるものと仮定する。

(5) 歩行に影響を与える歩行可能空間の設定

首都直下地震を対象とした被害状況を踏まえ、倒壊家屋による歩道等への瓦礫のはみ出し等による歩行への影響を考慮する。

(6) 効用関数モデル

基本的な関数形状

効用関数の基本的な形状は、図5に示すように、現在地から対象地までの移動負荷の増大に応じて低減するものとする。

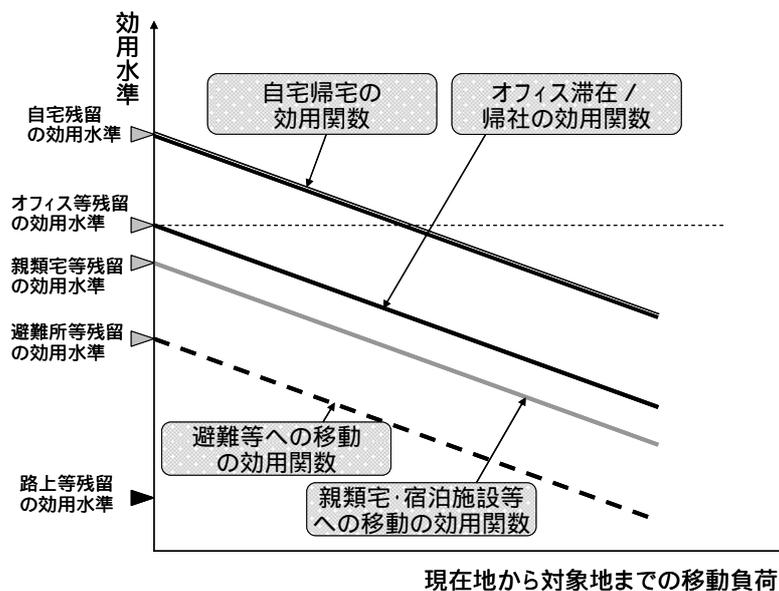


図5 効用関数のイメージ

なお、このときの移動行動の選択は、図6に示すように、移動に関する各種の選択肢の中で最も大きな効用を与えるものを選択するものとして表現される。

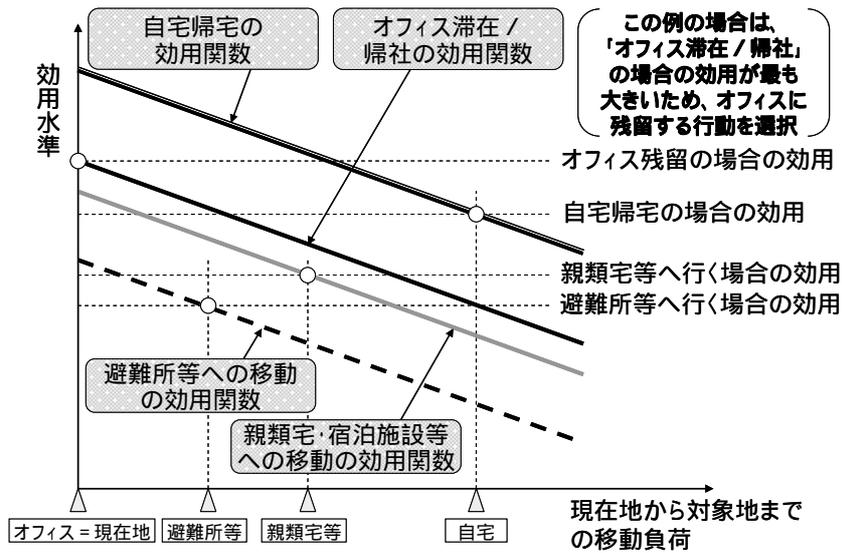


図6 効用関数に基づく行動選択のイメージ

主体による効用関数の相違

主体毎に効用関数を設定することを基本とする。

例えば、防災業務従事者や、その他の事業継続の必要が高い業務に従事する人々については、一般業務従事者と比べて、図7に示すように、オフィス等滞在/帰社の効用関数（オフィス等にそのまま滞在したり、出先からオフィスに戻るにより得られる効用を表す関数）が大きな値を示すものとして設定する。

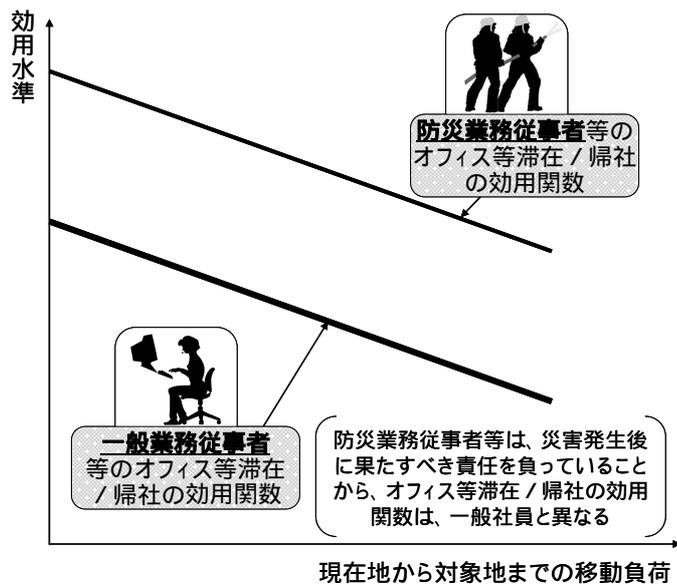


図7 主体と効用関数の関係のイメージ

状況変化に応じた効用関数の変化

状況変化に応じて効用関数が変化するものとする。

安否情報の明暗による効用関数の変化の状況を図8に示す。この場合、家族の被災等の情報が得られた場合に、自宅帰宅の効用関数の値が大幅に大きくなる状況を示している。

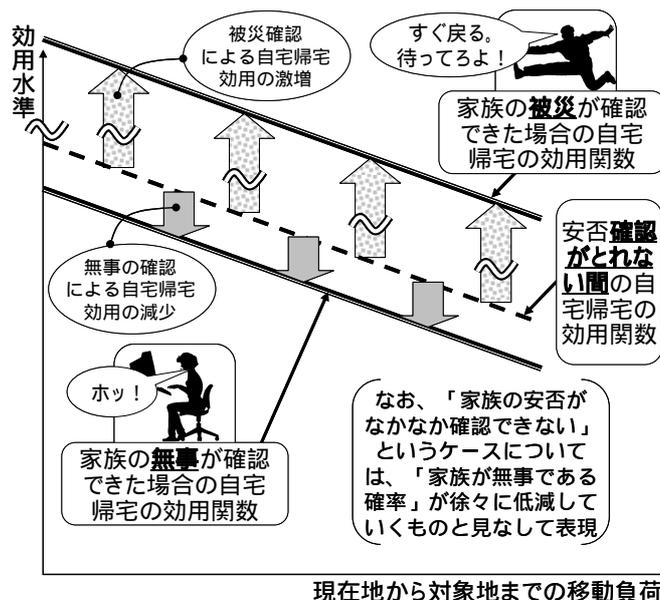


図8 安否情報の明暗による効用関数変化のイメージ

関数形の推計方法

関数の形状については、一定数の被験者を集めた上で様々な仮想的な条件を示しての対比較試験の繰り返し等により、各自の選好を調べる室内実験等を行う方法等により推計する。

4. シミュレーションの実施

- ・複数のシナリオでのシミュレーションを行うことにより、時刻等の別によって生じる現象の相違を調べる。
- ・最終的には、各種の対策を講じた結果、帰宅行動がどのように変化するかシミュレーションする。そして、主体別の状況改善の程度等について分析する。