

# 1) - 6 統計情報を利用した人口の時空間分布推定モデルの開発と自然災害リスク評価への展開

## Development of a Statistics-based Spatio-temporal Population Distribution Model and its Application to the Risk Assessment of Natural Disasters

(研究期間 平成 25~27 年度)

防火研究グループ  
Dept. of Fire Engineering

樋本圭佑  
HIMOTO Keisuke

Extent of fatality due to natural disaster depends largely on spatial distribution of population at the moment disaster occurs. In this study, a computational model for estimating day-long spatio-temporal distribution of population is developed using a number of country-wide statistical data of Japan such as "population census", "survey on time use and leisure activities", and "economic census". The model estimates behavior of individuals by considering their attributes including age, gender, occupation, place of work (or school), and place of residence. As a case study, the proposed model is applied to the Keihanshin metropolitan area, one of the largest metropolitan areas in Japan. Estimated maximum number of commuters unable to return home in an expecting earthquake scenario was between 1.1 and 1.9 million depending on the assumptions on traffic disruption following disaster and the maximum walkable distance of each commuter. The model is also applied to the Kesennuma city which is struck by the huge tsunami at the occasion of the 2011 Tohoku earthquake. The result showed that the number of people in the tsunami inundated area ranges between 23,500 and 26,000 depending on the time of its occurrence.

### 【研究目的及び経過】

本研究は、国勢調査、経済センサス、社会生活基本調査といった全国的に整備される統計情報を活用することで、任意の時刻における広域圏内人口分布を推定するためのモデルを開発する。さらに同モデルによる推定結果を災害の外力の推定結果と重ね合わせることで、災害発生時の人的被害発生過程の特徴を分析する。

### 【研究内容】

#### 1) 広域圏内人口の時空間分布推定モデルの開発

流動人口分布推定モデルでは、統計調査の結果を利用することで、対象とする圏域内における住民一人一人の一日の行動の軌跡を推定し、その結果を集計することで地域単位の人口分布の時刻変動を推定する。ここでは、対象を、平日の外出先を比較的推測しやすい就業者・学生と、その他の非就業者・非学生に分けて検討した。まず、就業者・学生については、「常住地を出発、就業・就学地に到着、就業・就学地に滞在、就業・就学地を出発、常住地に到着」という行動が典型的に行われていると仮定し、各行動を起こす時刻を個々の就業者・学生の属性に応じて確率的に与えることとした。一方、非就業者・非学生については、睡眠や食事、身の回り行動など必須と考えられる行動以外の行動の組み合わせを、社会生活基本調査の結果に基づいて確率的に決定し、決定さ

れた行動が外出行動を伴う場合に、外出行動目的に適合した目的地を離散選択モデルにより選択することとした。

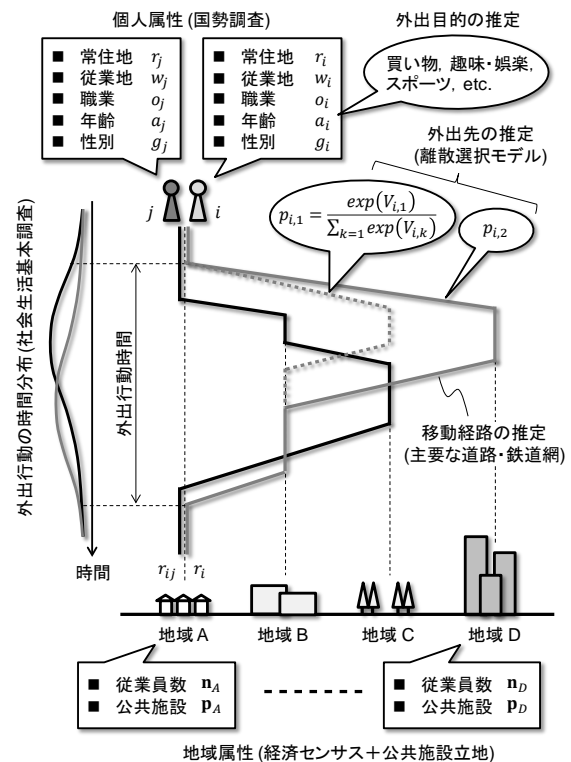


図 1 推定モデルの概要

なお、いずれの種別であっても、主要な道路・鉄道網を利用した場合の時間コストを考慮した分析に基づいて移動経路を決定した。

2) 京阪神都市圏における帰宅困難者数の推定

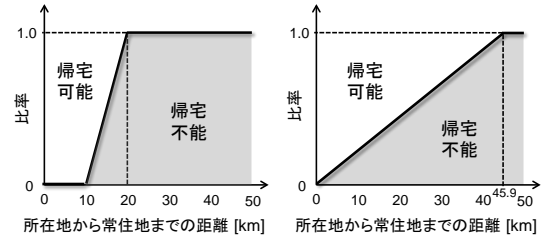
本研究で開発したモデルを京阪神都市圏に適用し、帰宅困難者数の推定を行った。検討条件は表 1、図 2 に示す通りである。図 3 に、条件 A~D における帰宅困難者総数の時間変化を示す。帰宅困難者数は、午前の通勤・通学時間帯に入ってから急激に増加し、その後しばらく変化の小さい時間帯が続くものの、夕方の通勤・通学時間帯に入ると急激に減少した。推定によると、各条件とも 11 時 30 分から 45 分にかけての時間帯に帰宅困難者数が最大となり、条件 A で 188.2 万人、条件 B で 190.9 万人、条件 C で 141.3 万人、条件 D で 114.7 万人となった。帰宅困難者数が最も多い 11 時 45 分における条件 B の帰宅困難者の分布を図 4 に示す。これによると、就業者・学生の分布は、京都、大阪、神戸の三都市の都心部に集中しているが、帰宅困難者の分布は、その中のさらに特定の地域に集中していることが分かる。こうした地域には、特に遠距離からの就業者・学生が集まる施設が集積しているものと考えられる。

3) 気仙沼市における津波浸水区域内人口の推定

本研究で開発したモデルを、2011 年東北地方太平洋沖地震で被害を受けた気仙沼市に適用した。当時の津波浸水区域と重ね合わせを行った結果、津波浸水区域内の人口は、津波が襲来する時間帯によって 23,500 人から 26,000 人の間で変動することが分かった。図 5 は、特徴の異なる 5 つの 100m メッシュ (A~E) における滞在人口の変化を示している。メッシュ A には小学校が、メッシュ B には工場が、メッシュ C には商店街が、メッシュ D には飲食店や漁業関連業者が、メッシュ E には商店と住宅がそれぞれ立地している。各メッシュの特徴に応じて滞在人口が変化の様子が捉えられているが、こうした違いを反映させていくことで、より効果的な防災計画等の作成が可能になるものと考えられる。

表 1 帰宅困難者分布の推定条件

条件	交通網の被害状況	帰宅可能距離 (中央防災会議)
A	・全ての鉄道網が不通	旧基準
B	・全ての道路網が不通	新基準
C	・全ての鉄道網が不通	旧基準
D	・全ての道路網が利用可能	新基準



(1) 旧基準 (中央防災会議) (2) 新基準 (中央防災会議)

図 2 徒歩による帰宅可能距離の判定基準

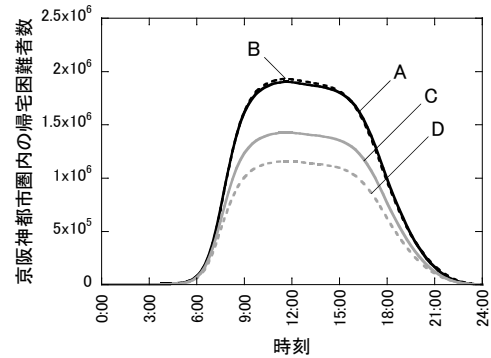


図 3 帰宅困難者数の時間変化

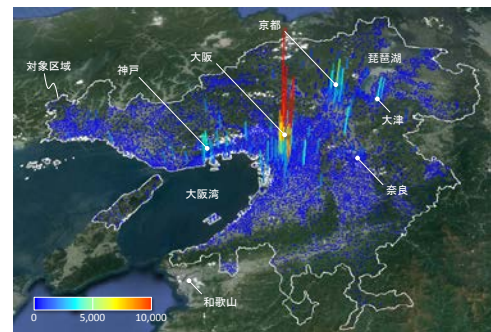


図 4 条件 B における帰宅困難者の分布 (11:45)

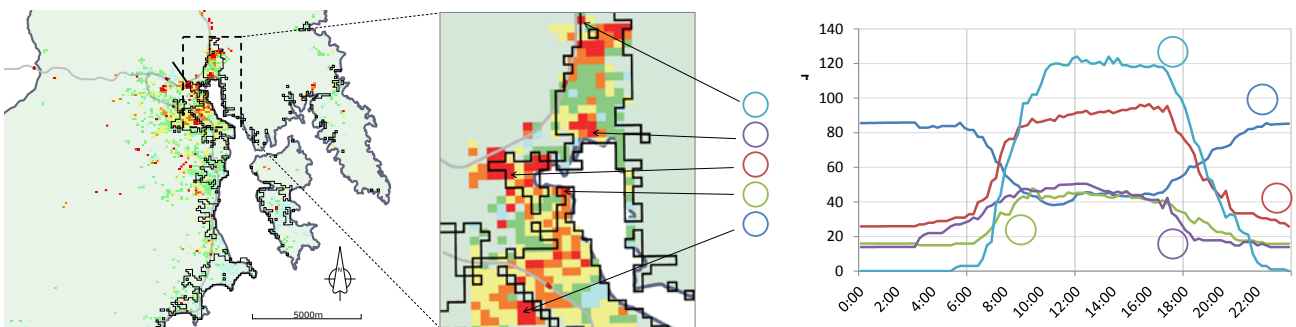


図 5 気仙沼市内の津波浸水区域内人口