

非負値行列因子分解を用いた 災害後の人口移動構造の分析

Analysis of Internal Migration Structure using NMF

元井 初音*

Hatsune MOTOI

*地域計画学・被災地支援研究室（指導教員：奥村 誠 教授）

Disaster has social repercussions in various ways. In this research, we focus on migration patterns that are not daily observed but occurs only after disaster. To determine policies to support people following such migration patterns, it is desired to develop methodology to clarify various influence of disaster on various people with smaller burdens on suffers. In this research, the non-negative matrix factorization (NMF) is used to extract migration patterns uniquely occur after disaster, by improving its accuracy with a Bayesian estimation method. Concretely, migration patterns that happen after the Great East Japan Earthquake (GEJE) are estimated in prefectural unit and municipal unit. As a result, it is clarified that the migration patterns (2010-2015) after GEJE include “younger single”, “middle age single”, and “house damage related”.

Key Words : *demography, non-negative matrix factorization, Great East Japan Earthquake*

1. 研究目的

災害が起こると、社会に様々な影響が及ぶ。災害の影響は全ての地域や人々に同様に及ぶわけではなく、特に脆弱な地域や人々に対しては支援が不可欠である。たとえば農村では災害により農業生産が減少すると、女性や貧しい労働者が職を奪われ、移住を強いられる¹⁾⁵⁾。支援のためには災害の影響がどのような人々に強く及ぶのかを正確に読み取る必要があり、これまで聞き取りやアンケートによる調査が多く行われてきた。しかし、災害直後の多忙な時期に被災者に直接調査することは困難であり、心理的な悪影響も心配される。

本研究では、災害の影響を強く受けた人々が地域間を移動することが多いという既往研究に着目する。例えば災害が起こる前に人口が減少傾向にあった地域ほど災害による人口流出は大きい⁶⁾。経済的の魅力が高かった都市では災害後一時的に人口が流出しても長期的に見ると流入が災害前より増加するが、経済的の魅力が低かった都市では人口の流出が加速する⁷⁾。このとき、平常時にも見られるパターンでの人口が移動するのであれば、それらの人々を既存のサポート体制を用いて支援できる可能性がある。一方、平常時に見られないような形で人口移動するのであれば、それは平常時には影響を受けにくい人々に影響が及んでいることを示しており、全く新しいサポート体制を考えていく必要が大きい。

以上のことから、本研究では災害後の人口移動の構造を、平常時に見られるような人口移動パターンの強化・縮小と、災害に起因した全く新しい移動パターンに分解

して理解する方法を提案する。ここでは年齢別の人口移動データをライフステージの集団の移動の重なりとして解釈するために非負値行列因子分解 (NMF; Non-negative Matrix Factorization) を用いる。特に、東日本大震災前後の都道府県間、被災市町村間の年齢別人口移動データを分解して、その影響を読み取る。

2. 分析手法

(1) 非負値行列因子分解による人口構成分析

NMF は非負値のデータを対象とした多変量解析手法である。研究ではスパース性の向上のため、NMF の中でもベイズの手法を用いたもの⁸⁾を扱う。

$$\mathbf{V} \cdot \mathbf{W} + \mathbf{E} \approx \mathbf{X} \quad (1)$$

ここで、分析したいデータをサイズ $K \times N$ の観測行列 \mathbf{X} とする。観測行列 \mathbf{X} を、式(1)を満たす形に、サイズ $K \times M$ の因子得点の行列 \mathbf{V} と、サイズ $M \times N$ の因子負荷量の行列 \mathbf{W} 、更にサイズ $K \times N$ の残差行列 \mathbf{E} に分解する。なお、分解後の因子数 M は解析者が事前に決めておき、 $M \leq \min(K, N)$ を満たす必要があるが、AIC などの指標に基づいて、予測力の高い因子数を見出す方法が提案されている。

(2) 分析対象データ

人口移動データとして、住民票の届出を伴わないものも含め移動を捕捉できる国勢調査から、2000年、2010年、2015年の3期間の、性別5歳階級年齢別の人口移動データを用いる。調査年度と5年前の常在地を比較して都道府県・市町村ごとの転出者、転入者および残留者を数え

のない人口移動データを NMF 分析することにより与える。

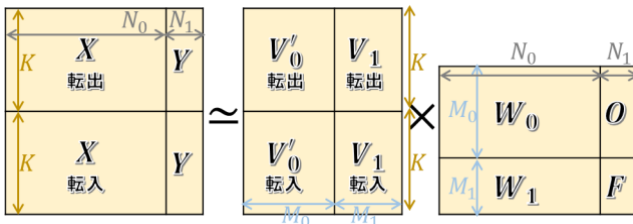


図-1 災害時の人口移動パターンの分解手順

て用いる。2015年の調査では2010年と2015年との居住地区を比較しているため、2011年の震災による移動が含まれている。都道府県別の被災強度データとして、震災による死亡数、住家倒壊数、被害農地面積 (ha) の3つを用いる (図-1のY)。市町村の分析時には原発避難区域ダミーを加える。

(3) 災害時の人口移動パターンの分解手順

災害時の年齢別人口移動 ($x_{\text{転出}}$, $x_{\text{転入}}$) は、通常時のパターン (W_0) により説明できる部分 (V_0') と災害の発生に起因する新しいパターン (W_1) の発生 (V_1) が加算される形で現れていると仮定すると、図-1のように表現出来る。このうち行列 W_0 は通常時の年齢別の移動パターンであり、期間 (2000年, 2010年) の震災の影響

3. 通常時の移動パターン

通常時の移動パターンとして、図-2のような5つの因子が得られた。高い発生度合を持つ複数の年齢階層が同じ動きをすることを表している。「進学期」は高校卒業後に進学する層、「就職期」は就職や転職、転勤する層、「子育て期」は親子を表す。また「低年齢安定期」と「高齢安定期」はそれぞれ就学児童とその祖父母世代、退職前後の高齢者であり、基本的にあまり移動しない年齢層である。

「進学期」が全国から都市部に転入し、「就職期」が都市部から全国に転出している傾向が経年的に強まっていることから、進学のために一時的に移住する若者が増えていることがわかる。

4. 災害後の移動パターンの分解

(1) 都道府県別データに基づく分解結果

2015年に新しく現れた3つの因子の負荷量 (W_1) を

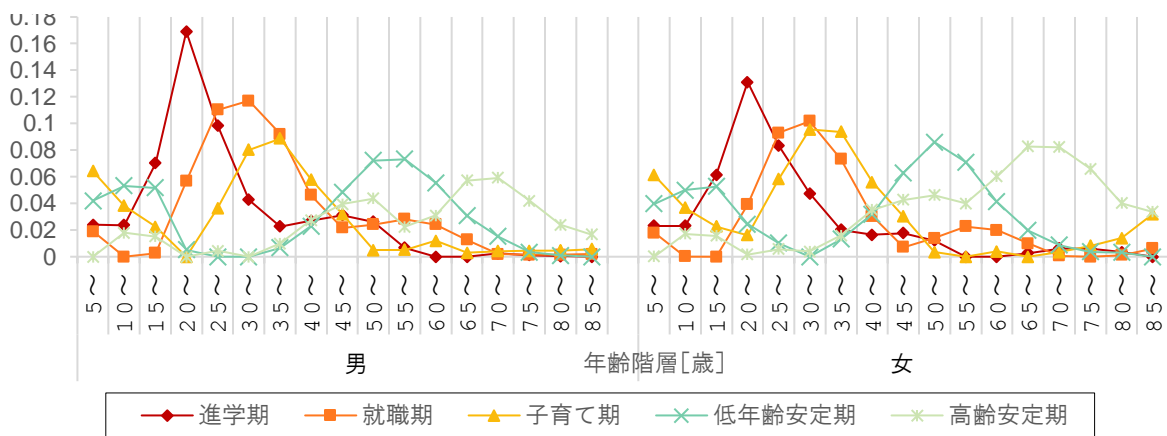


図-2 通常時の移動パターン (W_0)

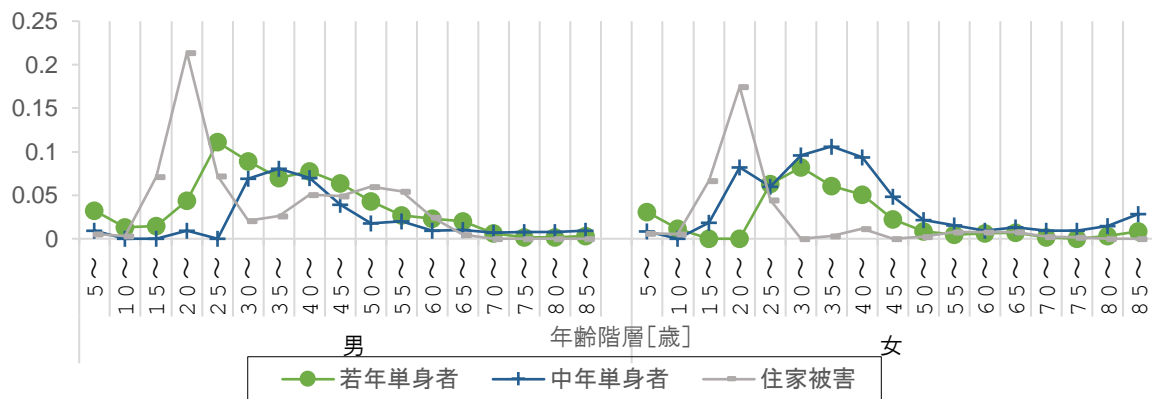


図-3 都道府県データに基づく災害時 (2015年) の移動パターン (W_1)

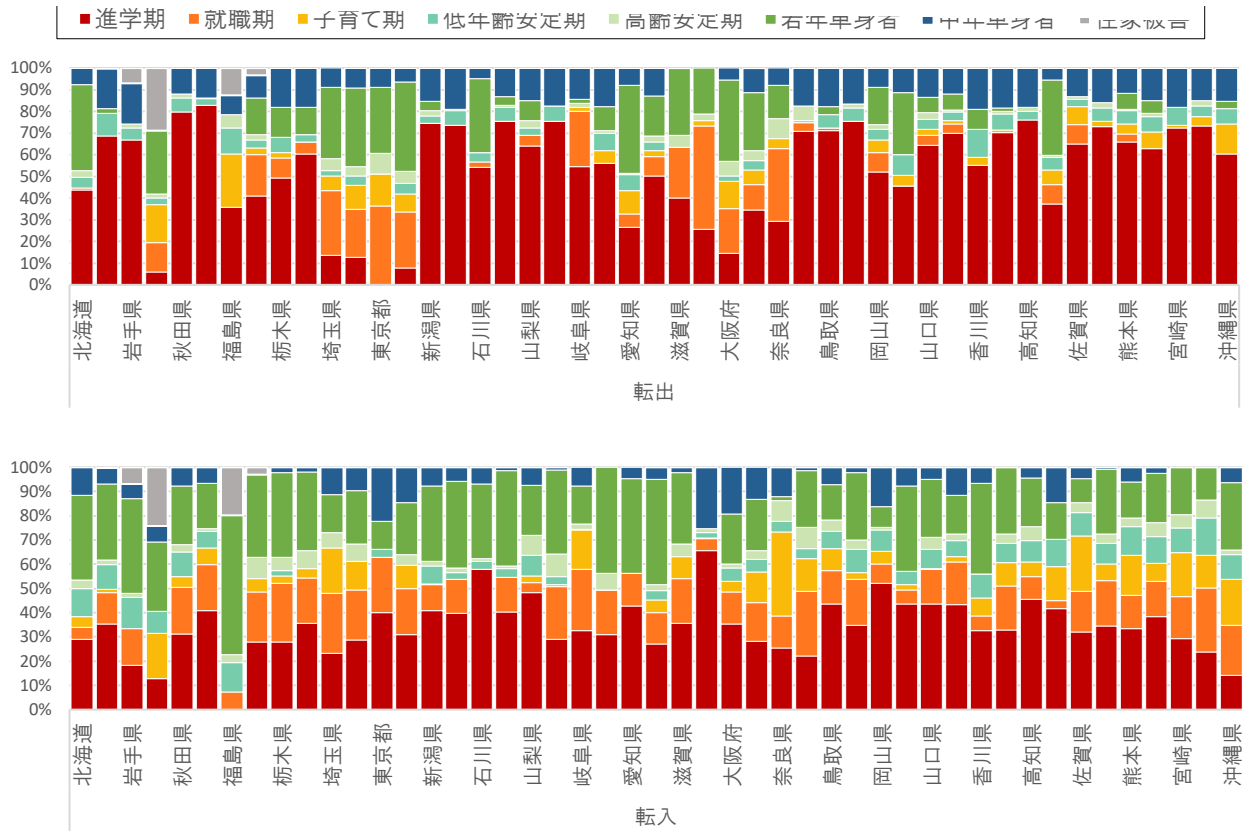


図4 都道府県データに基づく災害時移動パターンの空間分布 (V_0, V_1)

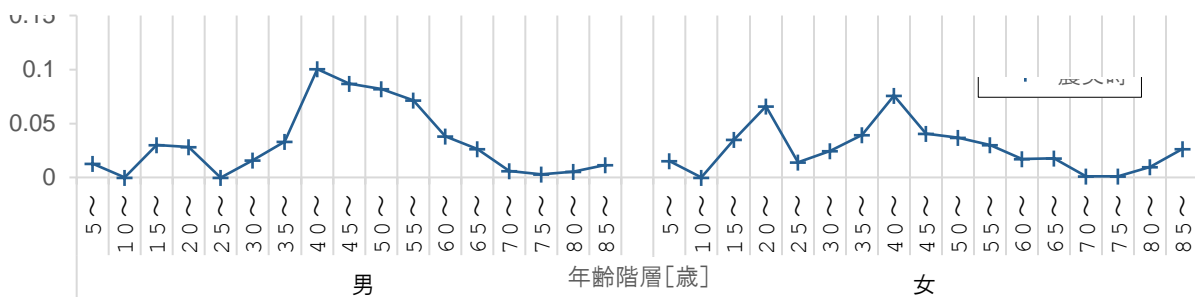


図5 被災3県の市町村データに基づく災害時の移動パターン (W_1)

図3に示す。いずれも15歳～55歳までの労働力年齢層にピークを持つもので、単身者を表す因子である。通常時の5つの因子とこの3つの因子の都道府県転出・転入における得点の分布 (V_0, V_1) を図4に示す。

図3、図4から、「若年単身者」は男性が多く、大都市圏から多く転出して、地方圏の県に戻っており、一定期間の就労後にUターンする人々である。次の「中年単身者」は女性の方が多く、地方部から三大都市圏や中核都市のある都府県に動いている。つまり女性の社会進出が進みこれまで地方圏に留まっていた単身者が積極的に都市へ動くという最近の動きを表している。第3の「住家被害」因子は住家倒壊数が多い東北の被災3県に大きく分布しており、住宅再建などの復興事業に反応した単身労働者やボランティアなどを表している。

図4において福島県の因子得点が他の地方圏とは大きく異なる。進学期、子育て期、高齢安定期の得点が転出で大きい一方で転入には現れておらず、風評被害で県外に移住した女性（特に子連れ）などの一方的な流出を表している。転入は、若年単身者や住宅被害因子の男性単身者に限定されている。

(2) 市町村別データに基づく分解結果

被災データ (Y) として、震災による死亡率、住家倒壊率、原発避難区域ダミーを用い、通常時の移動パターン (W_0) として都道府県の分析による結果図2を用いて、岩手県、宮城県、福島県の127市町村の転出、転入データを分解した。その結果、2015年の新しい因子として図5に示すものが得られた。この「震災時」因子は住家倒壊数と原発避難区域ダミーとの共起係数が比較的大

