

Okada, K. (2012). A Bayesian approach to asymmetric multidimensional scaling. *Behaviormetrika*, 39, 1-14.

岡田 謙介

多次元尺度構成法 (multidimensional scaling, MDS) は, 類似度・非類似度のデータを入力として, 低次元空間での布置座標を求める統計的方法論の一つである。たとえば, 地球上の各都市間の距離行列をデータを入力としてMDSによる分析を行うと, たとえば2次元平面に射影した各都市の布置座標, つまりいわゆる地図のようなものを得ることができる。一般に, 地図 (座標) が得られているときにそこから各対象間の距離を求めることは単純だが, 逆に距離から地図 (座標) を復元する問題は自明ではない。MDSは, この問題を解くための方法論であるといえることができる。

心理学研究においては, たとえばEkman (1954) は実験参加者に評定してもらった様々な色の間の主観的な類似度をデータとして, MDSに類似した方法論による分析を行った (当時はまだMDSの方法論が確立していなかった)。これにより, 色の見え方を説明する低次元空間 (いわゆる心理空間) を得, その次元数や次元の意味を解釈することが可能になる。このように, 心理学においてMDSは主観的な類似・非類似の関係を説明するための, 背後にある心理空間について推論するための道具として多く使われてきた。

通常のMDSは, 距離行列のような対称行列を入力とする (たとえば, 都市Aから都市Bへの距離と, 都市Bから都市Aへの距離は同一である)。しかしながら, 心理学研究においては非対称な構造をもつ類似度・非類似度の行列が得られることもしばしばある。たとえば, モールス信号で表された文字を間違っ解釈する回数をまとめたデータを考えるとき, AをBと間違っ回数と, BをAと間違っ回数は同じではない。また, 最も好みのブランドをたずねる調査を経時的に2度行ったとき, ブランドAからブランドBに好みが移動する調査対象者の数と, ブランドBからAに好みが移る対象者の数も同じではない。

本論文では, このように心理学研究で多く見られる非対称な構造を持つ類似度・非類似度データを入力としたMDSを, バイズ推定により行う方法論を提案した。非対称性を表すモデルとしては, Borg & Groenen (2005) の山登りモデル (hill-climbing model) を利用した。これは, 布置座標の空間に高低差を考慮することで, 下りの方向となる対象AからBは行きやすいが, 登りの方向となる対象BからAは行きにくい, といった非対称性を表現するモデルである。このモデルのもとで, マルコフ連鎖モンテカルロ (Markov chain Monte Carlo) 法を用いた各パラメータの推定を行う。これにより, 単に各対象の低次元空間での布置座標の点推定値を得るだけでなく, その信用領域 (たとえば95%信用領域とは, 対象が95%の確率でその範囲内に位置すると考えることのできる領域) をも求めることが可能となった。

引用文献

Borg & Groenen (2005) *Modern Multidimensional Scaling* (2 ed). New York: Springer.

Ekman, G. (1954). Dimensions of color vision. *Journal of Psychology*, 38, 467-474.