

精神物理実験における真のウェイトとは？

日大生産工 篠原正明
日大生産工 大澤慶吉
日大生産工(院) 稲嶺和哉
日大生産工(院) 後藤格

1 はじめに

AHP、ANP、あるいは各種官能検査などにおける一対比較実験において、一対比較測定データから様々なアルゴリズム(例えば、固有ベクトル、幾何平均法、算術平均法、対数最小二乗法、等々)を用いて項目のウェイトを推定し、その推定ウェイトベクトルと真値ウェイトベクトルの近接度合いを評価し、いかなる推定アルゴリズムが真値ウェイトに近い推定ウェイトを導出するかを精神物理実験が行われている[1]。この際に、例えば面積実験では紙上の各種図形面積の実測値を、重量実験ではおもりの重量の実測値を、時間間隔実験では、時間間隔の実測値を、各々ベースに真値ウェイトベクトルを算出しているが、本論文ではこの方法論(考え方)の妥当性を検討する。

2 精神物理実験と理論シミュレーション実験

理論シミュレーション実験[2]においては、真値ウェイトベクトルを $w_0 = [1/15, 2/15, 3/15, 4/15, 5/15]$ などと仮定し、 w_0 に基づき整合性のある一対比較行列 W を形成し、 W の要素毎に誤差項を付与することにより標本一対比較行列 S を発生する。 l 番目の S を $S(l)$ と表記する。誤差項付与の仕方にも加法型、乗法型、等々があり、誤差項を w_0 において付与する方法もある。理論シミュレーション実験における以上の雑音発生プロセスが果たしてどの程度現実の人間

の判断プロセスの誤差発生プロセスを近似するかは検証を要するところであるが、理論シミュレーション実験においては、真値ウェイトベクトルの定義自身に曖昧さは存在しない。それでは理論シミュレーション実験における真値ウェイトベクトルに精神物理実験で相当するものは何であろうか。

3 一対比較認知プロセスの枠組仮説

物理刺激ウェイトを v 、精神(心理)感覚ウェイトを w 、整合的一対比較感覚値行列を W 、一対比較測定値行列を S とするならば、これらは、図1に示すように、「 $v \ w \ W \ S$ 」の変換過程を経て物理刺激 v が最終的に(必ずしも整合的でない)一対比較測定値 S へと変化すると考えられる。ここで、「 $v \ w$ 」、「 $w \ W$ 」、「 $W \ S$ 」の3つの変換すべてにおいて誤差が発生しうる(図1)。

(i) 物理刺激から精神感覚への変換「 $v \ w$ 」

精神物理学における Fechner 則、Weber 則、Stevens 則等の成果は、この変換パートでの v と w の関係付けを実験・経験則として与える。

(ii) 精神感覚から整合一対比較行列への変換「 $w \ W$ 」

精神感覚ウェイトベクトル $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ それ自身あるいは雑音で変形した $w(\leftarrow w + \Delta w)$ に基づき、整合性を持つ $W = \{w_{ij}\} (w_{ij} = w_i / w_j)$ を生成する。この過程は、ある意味で絶対的尺度である精神感覚ウェイトから相対的な比率尺度である一対比較値

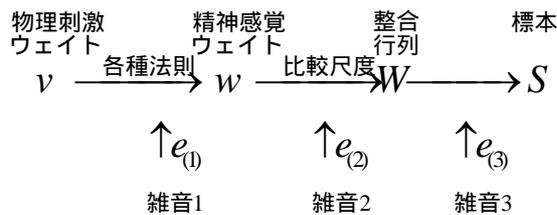
What is the True Weight or the Truth in Psycho-physical Experiment?

Masaaki SHINOHARA, Keikichi OSAWA, Kazuya INAMINE, and Itaru GOTO

w_{ij} への変換であり、物事を比較するという抽象的空間における仮想的な作業とみなせる。

(iii) 整合一対比較行列 W から不整合一対比較行列 S への変換「W → S」

仮想的に得られた整合性を持つ W の要素毎に誤差を付与することにより(必ずしも不整合である必要はないが)標本一対比較行列 S を生成する。



(1) 雑音 1 ~ 3 の変換式は以下である。

$$w_i = f(v_i, e_i(1))$$

$$w_{ij} = g(w_i, e_i(2)) / g(w_j, e_j(2))$$

$$S_{ij} = h(w_{ij}, e_{ij}(3))$$

(2) e(1)とe(2)の存在は整合性を劣化しない。整合性が劣化するの、e(3)の存在による。e(1)とe(2)の存在は、Sからの推定ウェイトベクトルのv, Wからのかい離の原因となる。

図 1 物理 - 精神変換過程の仮説モデル

4 考察

(1)面積実験などの精神物理実験において、我々が暗黙の了解で真値ウェイトベクトルと想定しているものは、図 1 において雑音 2 が存在しない場合の w である。

(2)面積実験における図形面積の実測値比、等々は、図 1 における物理刺激 v であり、人間が心理的に感知する精神感覚 w は、Fechner 則、Weber 則、Stevens 則等の各種精神物理法則により、一般的には、 $w = f(v)$ と関係付けられる。従って、各種実測値比 v を各属性に適合した精神物理法則を用いて感覚比 w に変換し、それを真値ウェイトとすべきである。

(3)面積、重さ、時間間隔などメディア属性は多岐に及び、部分的には Weber 則など適用で

きるかもしれない。しかし、Fechner 則、Weber 則、Stevens 則は実験的な経験則であり、どのような人間において、どのような条件下でも必ず成立するとは限らない。それでは、何を真値ウェイトベクトルと考えればよいか。

(4) 物理刺激と、物理刺激を人間の感覚がどのように感じるかの精神感覚との間の関係が Fechner 則、Weber 則、Stevens 則等の精神物理法則であり、さらにそれが絶対的でないならば、標本 S(l)から何らかのウェイト推定法(4 (5)参照)により推定された推定ウェイトベクトル $w(l)$ の、標本集合上での平均値 $\bar{w} = \sum w(l) / N$ が、結果的には適切な精神物理法則を適用した真値ウェイトベクトルになっていると考えられる。それ以外に方法は？

(5)論理整合度 CI と真値への距離との関係を調べる精神物理実験では、より真値に近いウェイトを推定する能力を持つウェイト推定法が望ましい。

(6)標本 S(l)から推定されたウェイトベクトル $w(l)$ の平均値として、真値を想定する考えについて述べたが、この考えによれば、 $w = f(v)$ の多値非線形性などにより、1つの v に対して複数の w が対応するような場合には、 $w(l)$ の分布が多峰性を持つことが有りうる。すなわち、複数の真実という現象である。

(7) 図 1 の変換過程の仮説モデルにおいて、物理刺激ウェイト v から直接に整合行列 V が形成されるというルートも考えられる。仮説モデルの妥当性検証が今後の課題である。

参考文献

[1] Masaaki SHINOHARA and Keikichi OHSAWA : Logical Consistency vs Validity in Weight Estimation of AHP, IFORS2005, MD-19-4(2005.7)

[2] 後藤格、稲嶺和哉、篠原正明、大澤慶吉 : AHP における最適な一般化平均法、日本オペレーションズリサーチ学会 2005 年度秋季研究論文集、2 - A - 4、 pp.144 - 145 (2005.9)