概数の大小判断におけるゼロの認知プロセス
A Cognitive Process of Zero Digit in Multidigit Number Judgment

島田英昭[‡]
Hideaki Shimada

[†]信州大学教育学部
Faculty of Education, Shinshu University
hshimada@shinshu-u.ac.jp

Abstract

This study examined a process of multidigit number judgment. Participants were required to judge which four-digit number was larger of a pair, in which some pairs of rounded numbers were included. It was found that the fastest judged pair was the numbers rounded to the nearest thousand (e.g. 2000 9000), hundred (1900 9400), ten (1880 9450), and no rounded numbers (1874 9454). This result suggests that zero digits are ignored during the encoding process and the remaining digits are compared.

Keywords — multidigit, number, judgment, zero

1. 問題と目的

我々は日常生活でしばしば数の大小判断を行っているが、3 桁を超える数を扱う場合、多くは下位の桁まで細かく数(digit)を吟味せずに、ある程度の概数で評価をしている。たとえば、2483 円の商品があった場合、およそ 2500 円と考える。このような場面では、上位から 2 桁までの概数で処理がなされていることが明らかになっている[1]。

これまでに、1 桁同士の数の大小判断（たとえば、2 と 4 でどちらが大きいかを、速く正確に判断し、反応時間を計測する）から 2 桁同士の大小判断（36 と 78）が主に研究の対象とされ、認知プロセスを説明するモデルがいくつか提唱されてきた。また、研究の数は少ないが、3 桁以上の数同士の大小判断（たとえば、2784 と 8769）についても研究がなされている。

日常生活で概数がよく利用される背景を考えると、認知処理に対する何らかの効率性があるのではないかと考えられる。つまり、ゼロが他の数(digit)に比較して速く処理が完了するため、ゼロの量に応じて作業記憶への負荷が小さくなると考えられる。この仮説を検証することを目的とする。

2. 方法

実験参加者　大学生 11 名（男性 5 名、女性 6 名、平均年齢 21.1 歳、20 歳～22 歳）が実験に参加した。

材料　4 桁同士の数の大小判断課題（たとえば、2543 と 7651 の大小判断）の材料を作成した。次の 4 条件について、それぞれ 30 組の材料を作成した。提示位置が左右あるので、反転させて、それぞれの条件で 60 種、合計 240 種の材料を作成した。

- 4 桁条件…ゼロが全く含まれない数同士（1874 と 9454）
- 3 桁条件…一の位をゼロにした概数同士（1880 と 9450）
- 2 桁条件…十の位以下をゼロにした概数同士（1900 と 9400）
- 1 桁条件…百の位以下をゼロにした概数同士（2000 と 9000）

また、課題中に一貫して最上位桁のみで大小判断が完了する場合、上位 2 桁目以下に注意が全く向けられない可能性があるため、最上位桁のみでは判断が完了しないダミー材料（3830 と 3890）を合計 72 種作成した。

実験装置　コンピュータ、CRT ディスプレイ、キーボード、実験制御ソフトウェアを用いた。

手続き　1 試行では、注視点を提示した直後、2 つの数を横に並べて提示し、左右に割り当てられたキーの中で、大きい方の数のキーをできるだけ速く正確に押すように求めた。はじめに

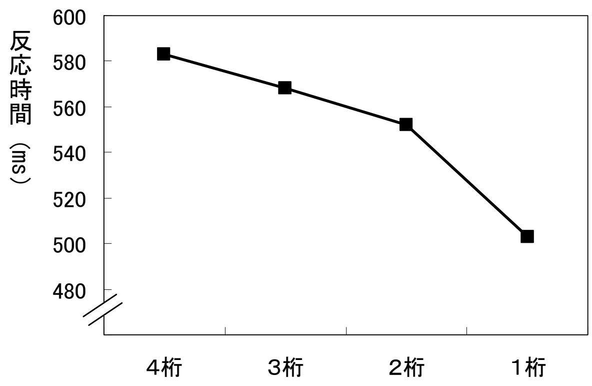

図１：各条件の平均反応時間

練習を行ったあと、合計 312 種の数の大小判断を 1 ブロックとして、2 ブロック実施した。押されたキーと反応時間を記録した。

3. 結果

図 1 に、各条件の平均反応時間を示す。1 要因参加者内分散分析の結果、有意な差がみられた($F(3,30)=62.4$, $p<.01$)。LSD 法による多重比較の結果､すべての条件間の差が有意であった。

条件間の差をさらに吟味するため、4 桁と 3 桁、3 桁と 2 桁、2 桁と 1 桁の条件間の差分を参加者ごとに算出し、その差分に対して同様に分散分析を実施した結果、有意な差がみられた($F(2,20)=10.2$, $p<.01$)。多重比較の結果、2 桁と 1 桁の間の差は他の条件間の差よりも大きかったが、4 桁と 3 桁の間の差と 3 桁と 2 桁の間の差に有意差はなかった。

4. 考察

ゼロが増えるほど反応時間が短くなった。このことは、ゼロは他の数(digit)に比べて処理が早く完了するためであると考えられる。また、1 桁と 2 桁の間の差は、他の条件間の差に比べて大きかった。これは、1 桁条件とそれ以外の条件で、判断のプロセスが異なっていると考えられる。これらの認知プロセスは、次のように推定できる（図 2)。

まず、符号化の段階で、0 は素早く排除される。したがって、1 桁条件では、1 桁の比較とほぼ変わらない。また、2～3 桁条件も、ゼロが

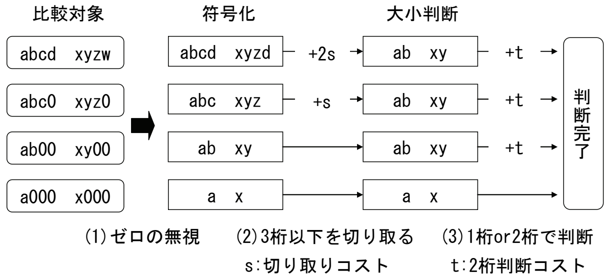

図２：大小判断のプロセス

排除される速さは変わらないと考えられる。

次に､符号化された数の大小判断が行われる。このプロセスは、大小判断の上位 2 桁処理モデル[2]から説明できる。このモデルでは、3 桁以上の数の比較では、上位 2 桁に比較対象が限定される。3 桁以上の場合、まず 3 桁以下を切り取るコストがかかる。1 桁分を切り取るコストを s ms とすれば、このプロセスにおいて、3 桁条件では s ms、4 桁条件では $2s$ ms 反応時間が増大する。

最後に比較がなされるが､1 桁同士の比較は、2 桁同士よりも素早く行われる。そのコストを t ms とすれば、2 桁以上の条件ではそれぞれ t ms 反応時間が増大する。

以上から、1 桁条件に比較し、2 桁以上の反応時間は順に t、$s+t$、$2s+t$ ms 増大する。$s<t$ であるので、図 1 のパターンが生じる。

数学史上、ゼロの発見は大きな出来事として知られているが、ゼロの認知的な特異性が示されたことは興味深い。ただし、符号化の時点でゼロが無視されると考えたが、これが他の数の連続（たとえば、ab11、xy11）で起こる可能性があるので、今後の課題として検証する必要がある。また､ゼロの数が異なる概数の判断 (たとえば､abc0 と x000）のプロセスも今後の検討が必要である。

参考文献

[1] 島田英昭（2008)“数値情報の提示精度と分かりやすさの関係”，日本心理学会第 72 回大会発表論文集, p. 1340.

[2]島田英昭, (2005) “複数桁数の大小判断における上位 2 桁処理モデルの提案”，認知心理学研究, Vol. 3, No. 1, pp. 103-112.