

変数の分解を通じた値の推定によるアンカー効果の緩和

The influence of variable decomposition on anchoring effects in number estimation

松室 美紀[†], 三輪 和久[†], 寺井 仁[†]
Miki Matsumuro, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Terai

[†] 名古屋大学大学院 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University
muro@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

According to the dual process theory, there are two systems in the mind: an intuitive and automatic System 1 and a logical and effortful System 2. While many previous studies about number estimation have focused on simple heuristics and automatic processes, the deliberative System 2 process has not been sufficiently studied. Some studies shown that when they estimate the value of an unfamiliar variable, participants decomposed it into more familiar variables. In this study, we investigated the influence of such deliberative process by System 2 on intuitive estimation by System 1, using anchoring effects. The results of the experiment show that the System 2 process could mitigate anchoring effects.

Keywords — Dual process theory, Anchoring effects, Estimation

1. はじめに

世界には何人のピアノの調律師がいるでしょうか？

これは、Googleの入社試験として有名になった問題である。このような、直接的に測定することが困難な値の推定はフェルミ推定と呼ばれている。フェルミ推定においては不確実、また、限定された情報を基に値を推定する必要がある。本研究では、このような、値の推定における、バイアスとその緩和に焦点を当て検討を行う。

1.1 Dual process theory

人間が値の推定を行う際には、2つのシステムが働いているとされている[1][2]。自動的、直感的に処理を行うシステム1と、論理的、熟考的な処理を行うシステム2である。システム1による推定は素早く、負荷も少なく行うことができるが、バイアスが生じやすい。一方で、システム2による推定は、時間がかかるが、論理的で複雑な処理も

可能である。多くの先行研究が、システム1の働きを中心としたヒューリスティックやバイアスに関しての研究を行ってきた[3][4]。しかし、システム2による時間をかけた推定の、システム1による推定への影響を調べた研究は多くない。そこで、本研究は、システム1を中心とした推定により生じたバイアスが、システム2を中心とした時間をかけた推定を通して緩和されるかを検討する。そのようなバイアスは意識することなく自動的に生じるため、意識的な熟考がバイアスが生じた推定値へどのように影響するかを検討することは重要である。

操作の容易性と効果の頑健性から、本研究ではアンカリング効果を利用した検討を行う。アンカリング効果とは、値の推定が初めに与えられた情報(アンカー)に影響される現象を指す[3]。Kahneman & Tversky (1974) は、アメリカのアフリカ系人口の割合を推定させる際に、推定前に割合が10%、または、65%より多いかを判断させた。その後の推定では、10%と比較した参加者は平均25%、65%と比較した参加者は平均45%と回答し、回答がアンカーの値に影響されることが示された。近年では、アンカーにより活性化された知識が推定に影響した結果、そのような効果が生じるとされている[5]。

1.2 推定プロセス

時間をかけた値の推定については、主に、数学教育と数的知識の発達に関する2つの研究分野で、検討が行われている。第1に、数学教育において、フェルミ推定を行わせることは、現実世界を数理モデルとして捉え、論理的に思考する能力を高めるとされている。推定対象を他の変数の組み合わせとして定式化することにより、推定が行われているとしている。Borromeo Ferri (2006) は、現実の世界を数理モデルとして捉える過程のモデルを提唱している[6]。また、Siegel, Goldsmith & Madson (1982) は、瓶に入った鉛の数などの、視覚的に対

象を捉えられる場合の数の推定についてのモデルを構築した[7]。彼らは、年齢が上がるにつれ、対象をいくつかのまとまりに分割し、数の見積もり、再構築を通して値の推定を行うようになることを示した。

これらの研究から、大きな値の推定を行う際は、対象となる変数の分解、再構築を通して推定を行っていることがわかる。これは、推定対象の変数を直接的に推定することが困難な場合、その変数を構成する変数を副目標、つまり、先に推定すべき対象に設定したといえる。さらに、設定した副目標を直接的に推定することが困難な場合、同様に、次の副目標を設定していく。このように、推定が可能な変数に到達するまで、再帰的に副目標の設定を続けていくと考えられる。そして、推定可能な変数から、値を組み合わせて計算していくにより、目標の変数の値が求められる。

1.3 目的と仮説

本研究では、システム2を中心とした時間をかけた熟考的なプロセスは、システム1を中心とした推定を通して生じたバイアスを緩和することが可能であるか検討を行う。

この点に関して3つの仮説がたてられる。まず、アンカリング効果については、強い頑健性が示されている。Epley & Gilovich (2005) は、アンカーが実験者により与えられたとき、よく考えること (effortful thinking) では、その効果が緩和されないことを示した[8]。そこで、アンカリング効果が軽減されない2つの可能性が考えられる。

第1に、もし、副目標に設定された変数の推定にまで、アンカリング効果が及ぶならば、そのようなバイアスがかかった推定値に基づいて推定された値も、同様にアンカーに影響されたものとなるだろう。アンカーは広い範囲に影響することが示されていることからこの可能性が挙げられる。Wilson, Houston, Etling, & Brekke (1996) は比較を行わずとも、アンカーの値が推定に影響することを示した[9]。さらに、アンカーに影響された推定値と整合的になるよう、副目標の値を推定してしまうことも考えられる。つまり、ターゲット変数の値を大きく推定した場合は、あわせて副目標の値も大きく推定するという可能性である。このような、副目標の変数の推定までアンカーの影響が及ぶだろうという仮説を波及仮説とする。

第2の仮説として、固執仮説が挙げられる。たとえば、副目標の変数の推定にアンカーの影響が波及せず、再構築を行い、目標の値を推定できたとしても、初めに推定したアンカーに影響された値に

固執し、再構築された値を変更してしまう可能性である。システム1を中心に行われる直感的な推定は、正しい値を示されても、それに納得できないほど、覆すことが困難であることが示されている[2]。もし、初めの推定に固執してしまえば、システム2を中心に行われた推定の結果に調整を加えてしまい、アンカリング効果は緩和されないだろう。

一方で、副目標としてたてた変数の推定へアンカリング効果が波及しないのであれば、それらの変数の推定値を用いて計算、再構築された推定対象の変数の推定値はアンカリング効果から逃れることが可能であると考えられる。Brewer & Chapman (2002) は、比較を行わない場合のアンカリング効果は、その値がターゲット変数の値に対して一定の範囲に存在する必要があることを示している[10]。さらに、副目標に設定される変数は、ターゲット変数に比べて、想起が容易な身近な変数であるが、身近な値の推定ではバイアスが生じにくい[11]。アンカーが副目標の推定に影響せず、効果が緩和されるという仮説を緩和仮説とする。

1.4 実験の概要と予測

実験では、上記の3つの仮説を検討するため、3種類の変数についてシステム1を中心とした素早い推定と、その後、システム2を中心とした時間をかけた推定を行わせた。第1に、最終的に値の推定が求められるターゲット変数である。ターゲット変数に関してアンカーが与えられる。第2に、ターゲット変数を推定する際に、副目標として設定される可能性が高い変数である。以降、この変数を関連変数と呼ぶ。第3に、アンカリング効果が波及した場合、それが関連変数であるために効果が現れたのかを検討するため、ターゲット変数の推定に利用される可能性が極めて低い変数も推定させた。これを無関連変数と呼ぶ。

3つの仮説に基づき、ターゲット変数と関連変数へのアンカリング効果について異なる結果が予測される。予測を表1にまとめる。まず、前提とし

表1 仮説とアンカリング効果の関係の予測

仮説	アンカリング効果		
	システム1		システム2
	ターゲット変数	関連変数	ターゲット変数
波及仮説	あり	あり	あり
固執仮説	あり	なし	あり
緩和仮説	あり	なし	なし

表2 推定を求めた変数

		推定すべき変数	公表値*	アンカー値
学生問題				
ターゲット変数	日本の大学に通う学部生数		257万	高 3,000万 低 10万
関連変数	1大学あたりの学部生数		2,340	
	1県あたりの大学数		25	
参照変数	日本人の何人に1人が学部生か		47	
医師問題				
ターゲット変数	日本の医師数		30万	高 1,000万 低 5万
関連変数	1総合病院あたりの医師数		データなし	
	日本全国の病院数		18万	
参照変数	日本国民何人につき1名の医師がいるか		421	
乗降客問題				
ターゲット変数	成田空港の乗降客数		81,410	高 1,000万 低 5万
関連変数	国際便1便の定員		185	
	1時間あたりの発着数		32	
参照変数	1日に成田空港から入国する外国人		9,760	
無関連変数				
	朝青龍の体重		154kg	
	自由の女神の築年数		138年	
	サグラダファミリアの高さ		170m	
	もののけ姫の興行収入		193億円	
	フランスの面積		67万4,843m ²	
	モスクワ人の年収		192万円	

* 各関連機関の公表値に基づき算出された。ただし、1総合病院あたりの医師数に関するデータは存在しなかった。

て、システム1を中心とした推定において、ターゲット変数に関してアンカリング効果が確認されるはずである。波及仮説が支持される場合、関連変数へとアンカリング効果が波及するため、同様に効果が確認されるだろう。さらに、バイアスが生じた変数を用いてターゲット変数の推定を行うため、システム2を中心とした推定の結果においても、ターゲット変数の推定値においてアンカリング効果が観察されるだろう。固執仮説が支持される場合、関連変数へのアンカリング効果は観察されないだろう。しかし、システム1を中心とした推定にあわせて、時間をかけた推定の結果を調整してしまうため、ターゲット変数の推定値のアンカリング効果は軽減されないだろう。緩和仮説が支持される場合、関連変数へのアンカリング効果は観察されず、システム2を中心とした推定により、ターゲット変数においてもアンカリング効果が軽減されるだろう。もし、波及仮説が支持された場合、無関連変数にアンカリング効果が現れるかを観察することにより、アンカリング効果の及

ぶ範囲を検討する。

さらに、システム2を中心とした推定を通し、バイアスの緩和が観察されなかった場合、外的にヒントとなるような変数の推定を行わせることにより、緩和を試みる。そのため、2つの推定の後に、推定値の妥当性を確認するためのヒントとなる変数の推定を行わせることにより、アンカリング効果の緩和が起こるかを観察した。この変数を以降は参照変数と呼ぶ。

2. 実験

2.1 方法

2.1.1 参加者

名古屋大学の学部生38名が実験に参加した。

2.1.2 問題

多くの人が具体的な知識を持たず、直接的に推定することが困難な3問の推定問題を用意した。

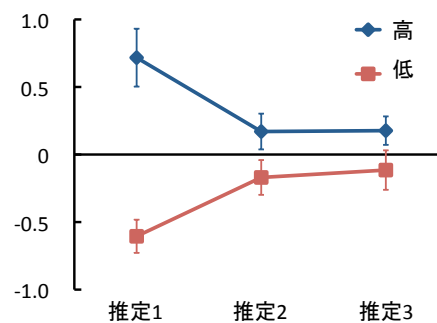
各問題につき、最終的に推定すべきターゲット変数、2つの関連変数、1つの参照変数の3種類の変数を設けた。さらに、6つの無関連変数を用意した。各変数を表2に示す。関連変数は20名の予備実験において観察されたプロセスに基づき決定された。各問題のターゲット変数について、高低2つのアンカーを設定した。事前に行われた96名の推定に基づき、最小推定値から15%を含む値と85%を含む値をそれぞれアンカー低、高とした。

2.1.3 手続き

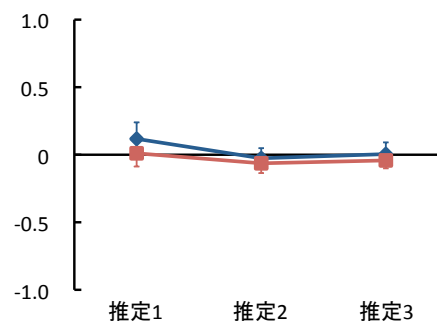
実験は最大6名の小集団で、個別にパーソナルコンピュータを用い、実施された。前半部は標準的なアンカリング効果の実験パラダイムを利用した。初めに、ターゲット変数の値はアンカーより大きい小さいかを10秒以内に判断させた。その後、ターゲット変数、2つの関連変数、2つの無関連変数の推定をそれぞれ10秒以内に行わせた(推定1)。関連、無関連変数は交互になるように推定を行わせ、順番は参加者ごとに無作為に決定された。その後、ターゲット変数の値を、時間無制限で紙とペンを用い自由に推定させた。推定が終了したら、推定1と同様に5つの変数を推定、入力させた(推定2)。ターゲット変数については、時間をかけた推定の結果を入力させた。続いて、紙とペンを使用し、参照変数の値について時間無制限で自由に推定を行わせた。参照変数の推定の後、希望した参加者はもう一度ターゲット変数の値を推定し直すことが可能であった。最後に、前の2つの推定と同様に5つの変数の推定値を入力させた(推定3)。同様の手続きで3問の問題を行った。3問の終了後に、推定対象に関する知識、推定方法に関するアンケートを実施した。各問題に使用される無関連変数は6つの無関連変数から無作為に選出された。参加者は半分にわけられ、一方は、アンカー高、低、高の順に、もう一方は、アンカー低、高、低の順に問題を行った。問題の順番は、学生、医師、乗降客問題に固定されていた。

2.2 結果

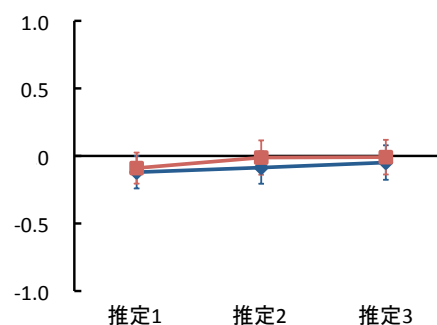
課題後のアンケートの回答に基づき、回答を既知であった問題、推定対象を知らなかった問題の回答を分析から除外した。さらに、平均から3SD以上離れた回答を分析から除外した。本研究は、分解を通じた値の推定に焦点を当てているため、課題後アンケートを基に変数の分解が行われなかった問題を分析から除外した。大きさの異なる複数の変数の推定値の平均を利用するため、推定値は



(a) ターゲット変数



(b) 関連変数



(c) 無関連変数

図1 各変数における推定値の推移

対数変換された後、問題ごとに標準化された。各参加者のアンカー高低のそれぞれの得点の平均が分析に用いられた。アンカー高低の両問題の回答がそろわなかった5名が全変数の分析から除外された。無関連変数に関しては、さらに1名が分析から除外された。

図1に、各変数における推定値の推移を示す。各変数ごとに2(アンカー: 高, 低) × 3(推定回数: 1, 2, 3)の参加者内分散分析を実施した。ターゲット変数においてアンカー要因と推定回数要因の交互作用が有意に達した ($F(2, 64) = 10.838, p < .001, \eta_p^2 = .253$)。アンカー高条件における推定回数要因の単純主効果が観察された ($F(2, 64) = 4.731, p = .020, \eta_p^2 = .129$)。1回目の推定値の方が3回目の推

定値より大きい傾向が観察された ($p = .052$)。1回目と2回目の推定 ($p = .100$)、2, 3回目の推定の間 ($p = 1.000$) の差異は有意に達しなかった。ただし、1回目と2, 3回目の間にはそれぞれ0.535, 0.557と中程度の効果量 (d) が観察されたが、2, 3回目の間の効果量は0.010と非常に小さかった。アンカー低条件においても推定回数要因の単純主効果が観察された ($F(2, 64) = 8.053, p = .003, \eta_p^2 = .201$)。1回目の推定値が他の推定値より有意に小さかった ($ps < .020$)。2, 3回目の推定値間には有意な差は観察されなかった ($p = 1.000$)。さらに、1回目の推定においてはアンカー高条件と低条件の間に有意な差が観察されたが ($F(1, 32) = 24.298, p < .001, \eta_p^2 = .432$)、2, 3回目の推定においては有意傾向のみが観察された ($F(1, 32) < 3.500, p > .070, \eta_p^2 < .100$)。また、効果量 (η_p^2) を比較すると、1回目の推定から、2回目 ($\eta_p^2 = .098$)、3回目 ($\eta_p^2 = .090$) の推定の間大きな減少が観察された。また、アンカー要因の主効果が有意に達し ($F(1, 32) = 18.256, p < .001, \eta_p^2 = .363$)、推定回数要因の主効果は観察されなかった ($F(2, 64) = .109, p = .857, \eta_p^2 = .003$)。その他の変数では、関連変数の推定回数要因の主効果に有意傾向が見られた ($F(2, 64) = 2.985, p = .085, \eta_p^2 = .085$) 以外に、差異は観察されなかった ($F_s < 1.600, ps > .217, \eta_p^2 < .050$)。

3. 考察

本研究は、システム2を中心とした時間をかけた推定を通して、システム1を中心とした推定で生じたバイアスが緩和されるかを検討した。実験の結果、時間をかけた推定を通して、アンカー高低条件の推定値の差が小さくなった。このことから、システム2を中心とした推定はシステム1を中心とした推定により生じたバイアスを緩和することが可能であることが示された。さらに、ターゲット変数を分解する際に出現する可能性が高い関連変数の推定には、アンカリング効果は観察されなかった。アンカーが副目標として設定された変数の推定に影響しなかったため、それを基に推定されたターゲット変数の推定値へのアンカリング効果が緩和されたことが示され、緩和仮説が支持される。

しかし、アンカリング効果は緩和されて小さくはなったものの、アンカー高低条件の推定値の差異は残存した。この結果は、システム2を中心とした推定が、アンカリング効果を完全には払拭できないことを示している。先述の通り、関連変数にはアンカリング効果は観察されなかったことから、ターゲット変数を算出する段階で、推定値を初めの推定の方向へと調整してしまったと考えら

れる。つまり、実験の結果は、緩和仮説を支持すると同時に、固執仮説も支持する。

さらに、2回目の推定の後には、推定値の妥当性の検討に有用な、参照変数の推定を行わせた。結果として、2回目と3回目の推定値の間に大きな変化は観察されなかった。これは、システム2を中心とした推定により、すでにアンカリング効果が緩和されていたためであると考えられる。

本研究の結果、システム2を中心とした推定を通し、アンカリング効果は緩和されることが示された。先行研究によると、アンカリング効果は頑健であり、緩和が困難であることが示されている[8]。本研究において、アンカリング効果が緩和されたのは、ターゲット変数の分解によると考えられる。効果の緩和が見られなかった研究では、参加者はアンカーが与えられた後、ただ考えることを求められた。一方、本研究では、よく考える際に紙とペンの使用が可能であり、そのため、計算を必要とする分解が容易に行われた。そのため、先行研究では観察されなかった、効果の緩和が観察されたと考えられる。

アンカリング効果はアンカーを支持する知識が活性化されることにより起こるとされている。Mussweiler, Strack, & Pfeiffer (2000) はアンカーを支持しない証拠を意識的に考えさせることにより、効果が弱くなることを示した[12]。これは、アンカーを支持する知識の活性化自体を抑えることにより、後の推定へのアンカリング効果を減少させている。本研究では、一度アンカリング効果が観察された後に、その緩和を試みている点で、先行研究と異なる。

システム2を中心とした推定においてアンカリング効果が緩和されたのは、アンカーの影響する範囲の外に存在する変数である関連変数を推定に利用しているためである。つまり、推定中に行われる分解は、バイアスから逃れるために有用な手段であるといえる。これは本研究で用いられた課題のみではなく、他の場面にも適用可能である。意識的なプロセスにより、バイアスの影響を受けやすい対象から離れ、そこからもう一度対象を考え直すことにより、様々なバイアスの緩和が可能であると考えられる。

参考文献

- [1] Evans, J. S. B., (2003) "In two minds: Dual-process accounts of reasoning", Trends in Cognitive Sciences, Vol. 7, pp. 454-459.
- [2] Kahneman, D., (2011) "Thinking, fast and slow", New York, NY: Farrar, Straus and Giroux.
- [3] Tversky, A., & Kahneman, D., (1974) "Judgment under uncertainty: Heuristics and biases", Science, Vol. 185, pp. 1124-1131.

- [4] Brown, N. R., & Siegler, R. S., (1992) "The role of availability in the estimation of national populations", *Memory & Cognition*, Vol. 20, pp. 406-412.
- [5] Strack, F., & Mussweiler, T., (1997) "Explaining the enigmatic anchoring effect: Mechanisms of selective accessibility", *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 73, pp. 437-446.
- [6] Borromeo Ferri, R., (2006) "Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process", *ZDM*, Vol. 38, pp. 86-95.
- [7] Siegel, A. W., Goldsmith, L. T., & Madson, C. R., (1982) "Skill in estimation problems of extent and numerosity", *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 13, pp. 211-232.
- [8] Epley, N. & Gilovich, T., (2005) "When effortful thinking influences judgmental anchoring: Differential effects of forewarning and incentives on self-generated and externally provided anchors", *Journal of Behavioral Decision Making*, Vol. 18, pp. 199-212.
- [9] Wilson, T. D., Houston, C. E., Etling, K. M., & Brekke, N., (1996) "A new look at anchoring effects: Basic anchoring and its antecedents", *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 125, pp. 387-402.
- [10] Brewer, N. T. & Chapman, G. B., (2002) "The fragile basic anchoring effect", *Journal of Behavioral Decision Making*, Vol. 15, pp. 65-77.
- [11] Block, R. A. & Haper, D. R., (1991) "Overconfidence in estimation: Testing the anchoring-and-adjustment hypothesis", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 49, pp. 188-207
- [12] Mussweiler, T., Strack, F., & Pfeiffer, T., (2000) "Overcoming the inevitable anchoring effect: Considering the opposite compensates for selective accessibility", *Personality and Social Psychology Bulletin*, Vol. 26, pp. 1142-1150.