

集団にマイノリティが含まれる確率の推論に用いられる方略の検討

On the heuristics used to estimate the probability of minority inclusion in a group

新美 亮輔[†]
Ryosuke Niimi

[†]新潟大学
Niigata University
niimi@human.niigata-u.ac.jp

概要

人口の $q\%$ を占めるマイノリティが n 人の集団に1人でも含まれる確率 P は大幅に過小視されることが報告されている。教員や管理職がこのような過小視をする場合、教育環境・職場環境の改善を妨げる可能性がある。そこで本研究は、 q や n の情報提示方法を工夫することで、 n が増えると P も増える関係に気づきやすくし P の過小視を緩和できるか検討した。しかし、本研究の手法では P の過小視傾向は変化しなかった。 P の理解には独特の困難が存在することが示唆される。

キーワード：確率判断 (probability judgments), 認知バイアス (cognitive bias), ヒューリスティック (heuristics)

1. はじめに

いくつかの調査によると、マイノリティ (移民や性的少数者など) が人口に占める割合は過大視されやすい (Ipsos, 2015; Landy et al., 2018)。一方、日常的な場面で重要なのは、クラスや職場のような数十人の集団にマイノリティが1人でも含まれる確率であろう。たとえば教員が、クラスに性的少数者が1人でも含まれる確率を低く見積もったならば、性的少数者の存在を念頭に置いた行動を取ろうとは思わないだろう。

ところがNiimi (2024) は、 n 人の集団にマイノリティが1人でも含まれる確率が大幅に過小視されることを報告した。あるマイノリティが人口に占める割合を q 、集団サイズを n とすると、他に情報がない場合、この集団にマイノリティが1人でも含まれる確率 (本論文では P と表記する) の規範解は $1 - (1 - q)^n$ で与えられる。 $q=0.03$ (3%), $n=30$ のとき P は約0.6つまり60%だが、実験参加者が推定した P の中央値は2から3%であった。Niimi (2024) は参加者が用いた方略をいくつか同定しており、 n を無視して常に q を回答する不変方略、人数の期待値を回答する期待値方略 ($30 \times 0.03 = 0.9$ を計算し0.9%や1%と答える)、期待値から確率を推測する期待値・確率変換方略 (たとえば、「期待値が1人以上なら確率は100%だろう」) などがあった。 P の推定値として q を下回る小さな値の回答がかなりあったの

は、主に期待値方略のためであった。

P の規範解の計算は、累積リスクの計算と同じである (例えば、1年あたりの災害リスクが3%のときの、30年で1度でも災害に遭遇するリスク)。累積リスクも推定が難しいことが知られている (Doyle, 1997)。しかし興味深いことに、Niimi (2024) の実験では P は累積リスクよりもさらに過小視され、また累積リスクでは比較的よく用いられる乗算方略 ($3\% \times 30 = 90\%$ と答える) があまり用いられなかった。乗算方略は、 q や n が小さい時には比較的正確な推定を導くよい方略である。ただし、 q や n が大きい時には確率の過大視をもたらす。

本研究は、 q や n の情報提示方法によって参加者を乗算方略に誘導し、 P の過小視を緩和できるかを検討した。架空の遺伝子を題材とし、この遺伝子を持つ人が集団に1人でも含まれる確率参加者に推定してもらった。Niimi (2024) と同様の q や n を用いた統制条件に加え、Niimi (2024) が用いなかった幅広い q や n を用いるなどして q や n の提示の方法を操作した4つの条件を設けた。これらの条件で、統制条件に比べて P の推定値や用いられる方略が変化するかを検討した。

2. 確率推定問題

各参加者は、以下の5つの条件のいずれかの確率推定問題を提示され、確率 P を推定した。

まず統制条件では、Niimi (2024) の Experiment 1 と同様の以下の2問を用いた ($q = 3\%$, $n = 30, 80$)。統制条件では、 P の過小視が再現されると予想された。

(統制条件) Ps-24 という遺伝子があります。この遺伝子は、人の能力や病気には関係がありません。3%の人がこの遺伝子を持っていると言われています。

30人の中にこの遺伝子を持つ人が少なくとも1人いる確率は何%だと思いますか [] %

80人の中にこの遺伝子を持つ人が少なくとも1人いる確率は何%だと思いますか [] %

Niimi (2024) の実験では、 q (%) と n をかけ合わせると 100%を超える場合が多く (たとえば $3\% \times 80 = 240\%$)、そのため乗算方略が避けられた可能性がある。そこで本研究の低確率条件では q に小さな値 (0.3%) を用いた (n は 30, 80 のまま)。同様に、集団サイズ小条件では q は 3% のまま、 n に小さな値 (3 と 10) を用いた。 q や n の値以外は統制条件と同じだった。両条件とも統制条件に比べて乗算方略が増えると予測した。

乗算方略を用いるには、ある 1 人の人がマイノリティである確率が q に等しいことや、 n が増えると P も増えることに気づく必要がある。そこでヒント条件では、統制条件の問題文に「つまり、ある 1 人の人がこの遺伝子を持っている確率は 3% です」というヒント文を付け加えた。集団サイズ多様条件では、ヒント文は用いず、参加者が n と P の関係に気づきやすくなるようにさまざまな n (1, 3, 10, 30, 80) の問題を同時に提示した (つまり、5 問の確率推定問題が提示された)。そのほかは統制条件と同じだった。ヒント条件と集団サイズ多様条件でも、統制条件に比べて乗算方略が増え、 P の推定値も高く (規範解に近く) となると予測された。

3. 質問フォームの構成

クラウドワーカーを対象にオンライン実験を行った。オンライン質問フォームは、表紙、確率推定問題、方略項目、デブリーフィングの順で構成されていた。

参加者がオンラインフォームにアクセスすると、自動的に 5 条件のいずれかにランダムに割り当てられた。参加者はまず表紙で実験の説明を読み、参加同意欄にチェックし、年齢・性別・最終学歴を回答した。「次へ」をクリックすると、5 条件のうちいずれかの確率推定問題が提示された。参加者は回答欄に自分が推定した確率の値を入力した。回答に時間制限はなかった。

続く方略項目のページでは、前のページの確率推定問題の 1 つが再度提示され、「この質問に答えたとき、あなたはどのように考えて答えを決めましたか。次のうち、あなたの考え方にもっとも近いものを選んでお答え下さい」と表示された。その下には、Niimi (2024) で報告された方略が選択肢として提示され、参加者はいずれか 1 つを選んで回答した。選択肢は 8 つで、「人数が何人でも、確率は 3% である」(不変方略)、「 $3\% \times 80 = 240\%$ と計算した」(乗算方略)、「80 人の 3% は 2.4 人なので、確率は 2.4%」(期待値方略)、「80 人の中に 2.4 人いるなら確率はこれくらいだろう、と推測した」

(期待値・確率変換方略)、「80 人に 1 人いる確率だから、80 分の 1 である」($1/n$ 方略)、「80 人全員がこの遺伝子を持たない確率を求め、1 から引いた」(規範的解法)、「計算しないで、直感で答えた」(推測)、「ほかの考え方」(その他)だった。選択肢中の数値は、条件に合わせて適宜修正した。

方略項目のページには *satisfice* 検出項目も提示された (「あなたが質問を読んでいることを確認するため、下の選択肢では必ず 1 を選んで下さい」。この指示に従わなかった参加者のデータは分析から除外した。

最後に、確率推定問題の題材の遺伝子「Ps-24」は架空であることが説明された (デブリーフィング)。

4. 事前登録と参加者

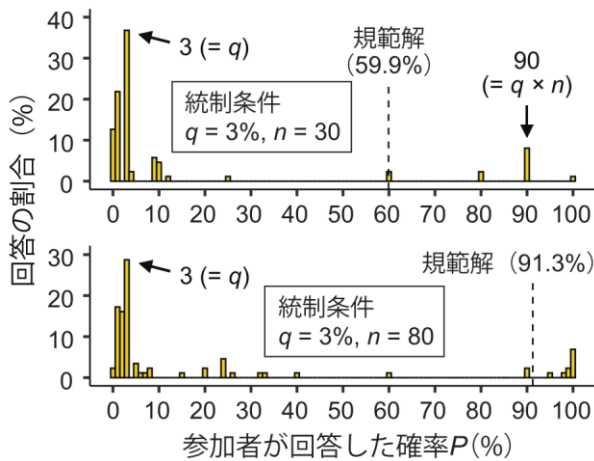
本研究の計画は事前登録された (<https://osf.io/8wjax>)。統制条件と同じ q, n の確率推定問題がある条件 (集団サイズ多様条件・ヒント条件) について参加者の推定した P が統制条件と異なるかを Wilcoxon の順位和検定で検討し、また、統制条件以外の各条件で用いられた方略の頻度が統制条件と異なるかを χ^2 独立性検定により検討するため、各条件 80 名 (総計 400 名) のサンプルサイズが計画された ($\alpha = .05, 1 - \beta = 0.8$, Cohen の中程度効果量を仮定)。

本研究は新潟大学人を対象とする研究等倫理審査委員会の承認 (2024-0078) を受けて実施された。結果としてクラウドワーカー 450 名が実験を完了した (報酬あり)。Satisfice 検出項目を通過しなかった参加者と過去に類似の確率推定問題の実験に参加していた参加者を除外し、415 名分の有効データを分析した (統制条件 87 名、低確率条件 81 名、集団サイズ小条件 84 名、ヒント条件 83 名、集団サイズ多様条件 80 名)。女性 232 名・男性 183 名、年齢は平均 41.0 歳 (範囲 19-78) だった。

5. 参加者が推定した確率 P

統制条件の 2 つの確率推定問題で参加者が回答した確率 P の分布を図 1 に示す。回答の中央値は、 $n=30$ の問題でも $n=80$ の問題でも 3% だった。多くの参加者が低い確率を回答しており、規範解に比べて大幅な過小視の傾向が見て取れる。同様の過小視はどの条件でも明らかで、5 条件の計 13 問の確率推定問題のすべてにおいて、参加者が推定した P の中央値は規範解よりも有意に低かった (1 標本 Wilcoxon 検定, $ps < .001$)。Niimi (2024) の P の過小視が再現された。

図1 統制条件で参加者が回答した確率 P の分布



ヒント条件の回答の中央値も、 $n=30, 80$ いずれの問題でも 3% だった。統制条件の回答との間に有意な差はなく (Wilcoxon 順位和検定, $ps > .765$)、ヒントの提示は P の推定を改善しなかった。

集団サイズ多様条件の回答の中央値も、 $n=30, 80$ いずれの問題でも 3% だった。やはり統制条件との間に有意差はなく (Wilcoxon 順位和検定, $ps > .353$)、多様な集団サイズ n の提示が P の推定を改善するという仮説は支持されなかった。

6. 参加者が用いた方略

統制条件の結果 (図1) を見ると、人口割合 q (3%) をそのまま回答する不変方略が明らかであった。次いで、人数の期待値 ($n=30$ のとき 0.9, $n=80$ のとき 2.4) およびそれに近い値 (1%, 2%) の回答も多く、期待値方略もよく用いられていたことがうかがえる。これらの傾向は、Niimi (2024) の結果と同様である。 $n=30$ の問題では、乗算方略 ($3\% \times 30 = 90\%$) に従った可能性のある回答 (90%) も一定数見られたが、10% 単位の切りのよい数値の回答は計算を伴わない推測によるものも含んでいると思われ、乗算方略によるとは限らない。

参加者が P の推定に用いた方略は、条件によって変化したのだろうか。方略項目で参加者が選択した選択肢の分布を表1に示す。おおむねどの条件でも不変方略と推測が多く、期待値方略と期待値・確率変換方略がこれに次いだ。このような方略の傾向も、Niimi (2024) の報告と同様であった。

統制条件以外の4条件それぞれについて、方略の回答の分布が統制条件と異なっていたかを χ^2 独立性検定により検討した。ヒント条件の方略は統制条件と異なっておらず ($\chi^2(7) = 7.53, p = .376, V = .21$)、集団サイズ

多様条件の方略も統制条件と異なっていなかった ($\chi^2(7) = 11.05, p = .136, V = .26$)。ヒントの提示や多様な集団サイズの提示によって乗算方略が増えるという仮説は支持されなかった。低確率条件の方略も統制条件とは異ならなかったが ($\chi^2(7) = 8.25, p = .311, V = .22$)、集団サイズ小条件の方略は統制条件と異なっていた ($\chi^2(7) = 15.64, p = .029, V = .30$)。残差分析の結果、集団サイズ小条件では統制条件に比べ不変方略が減り、期待値方略が増えていた (表1)。ただし、乗算方略が増えるという本研究の仮説には一致しない結果であった。

7. 考察

Niimi (2024) が報告した集団にマイノリティが含まれる確率 P の過小視は、本研究でも再現された。不変方略や期待値方略など、用いられた主要な方略も Niimi (2024) の結果と共通していた。本研究のいずれの条件でも、不変方略、期待値方略、期待値・確率変換方略、計算を伴わない推測で 80% 程度を占めていた。

本研究の目的は、 q や n の提示方法を変えることで参加者を乗算方略に導き、 P の過小視を緩和できるかを検証することだった。しかし、総じて P の過小視は頑健で、本研究で用いた操作により統制条件に比べて P の推定値が高く (規範解に近く) なったという証拠は得られなかった。用いられた方略にもあまり変化はなく、ある1人の人がマイノリティである確率が人口割合 q に等しいことをヒントとして明示したり、 n が増すと P も増す関係に気づきやすくするためにさまざまな n を同時提示したりしても、乗算方略は増えなかった。小さな値の q や n を用いても、やはり乗算方略は増えなかった。乗算方略の回答割合は最大でも 5.0% だった (表1)。Niimi (2024) の研究で乗算方略があまり用いられなかったのは、Niimi (2024) が用いた q や n の値が大きく q と n の乗算の結果が 100% を超えやすかったからではないと言えよう。

P の推定では、乗算方略が本質的に用いられにくいと考えられる。一方、 P と同じ規範的解法を持つにもかかわらず累積リスクの推定では乗算方略がよく用いられる (De La Maza et al., 2019; Doyle, 1996; Fuller et al., 2004)。逆に、期待値方略は累積リスクの推定では用いられないが、 P の推定では一貫して観察される方略である。これらの知見は、 P の推定には累積リスクの推定とは異なる独特の難しさがあることを示唆している。

予測とは異なる結果ではあるが、集団サイズ小条件

表 1 *P*の推定で用いたと参加者が回答した方略の割合 (%)

方略	確率推定問題の条件				
	統制	低確率	集団サイズ小	集団サイズ多様	ヒント
不変	31.0	25.9	13.1 **	31.3	25.3
乗算	1.1	3.7	2.4	5.0	2.4
期待値	11.5	16.0	25.0 *	18.8	19.3
期待値・確率変換	12.6	6.2	7.1	7.5	12.0
1/ <i>n</i>	9.2	4.9	6.0	1.3	3.6
規範的解法	1.1	6.2	4.8	1.3	6.0
推測	24.1	25.9	32.1	30.0	22.9
その他	9.2	11.1	9.5	5.0	8.4

Note. 統制条件との差 ** *p* < .01, * *p* < .05.

では用いられた方略が統制条件とやや異なっていた。具体的には、不変方略が減り、期待値方略が増えていた。その理由は不明だが、Niimi (2024) は *q* の値が小さくなるほど期待値方略が増える傾向を報告している。集団サイズ *n* についても、その値が小さくなるほど期待値方略が増えるという傾向が存在するのかもしれない。この点については、今後の検討が必要であろう。

8. 結論と展望

いずれの条件でも、集団にマイノリティが含まれる確率の推定値が規範解に近づくことはなく、統制条件に比べて乗算方略が増えることもなかった。集団にマイノリティが含まれる確率の過小視 (Niimi, 2024) は非常に頑健な現象であると言えよう。また、*q* や *n* の値にかかわらず、集団にマイノリティが含まれる確率の推定ではそもそも乗算方略が用いられにくいと考えられる。期待値に関連する方略 (期待値方略、期待値・確率変換方略) が一貫して観察されることも特徴であり、参加者が人数の期待値に注目する傾向が強いことが明らかである。このような特徴は、累積リスクの推定では見られない。

残念ながら、情報の提示方法を工夫する手法によって参加者の自発的な気づきを促し、集団にマイノリティが含まれる確率の過小視を改善することは困難なのかも知れない。もしそうならば、集団にマイノリティが含まれる確率を明示・説明して理解してもらえるような、より直接的な介入手法を検討する必要があるだろう。このとき、Niimi (2024) や本研究の知見は、どのような説明をすれば直感的に理解しやすい説明になるかについて重要な示唆を与えてくれるかもしれない。た

とえば、期待値に着目しやすい参加者のバイアスを利用し、集団にマイノリティが含まれる確率が直感よりも高いことを期待値の概念を介してわかりやすく説明する方法を検討できるかもしれない。

9. 謝辞

本研究はクラウドファンディングプロジェクト「なぜマイノリティは周りにいないと思うのか？認知心理学で解明したい！」へのご支援により実施されました。92名の支援者のみなさまに深く感謝します。

文献

De La Maza, C., Davis, A., Gonzalez, C., & Azevedo, I. (2019). Understanding cumulative risk perception from judgments and choices: An application to flood risks. *Risk Analysis*, 39(2), 488–504. <https://doi.org/10.1111/risa.13206>

Doyle, J. K. (1997). Judging cumulative risk. *Journal of Applied Social Psychology*, 27(6), 500–524. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1997.tb00644.x>

Fuller, R., Dudley, N., & Blacktop, J. (2004). Older people’s understanding of cumulative risks when provided with annual stroke risk information. *Postgraduate Medical Journal*, 80(949), 677–678. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2004.019489>

Ipsos. (2015, December 2). Perils of perception 2015. <https://www.ipsos.com/en-uk/perils-perception-2015>

Landy, D., Guay, B., & Marghetis, T. (2018). Bias and ignorance in demographic perception. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(5), 1606–1618. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1360-2>

Niimi, R. (2024). Probability of minority inclusion is underestimated. *Journal of Cognitive Psychology*, 36(4), 502–522. <https://doi.org/10.1080/20445911.2024.2347399>