

はじめに

- この資料は、三輪洋文 (学習院大学) が第 19 回日本統計学会春季集会で報告した際のスライドのうち、オリジナルな研究を報告した部分を削除し、政治学における IRT の応用に関する解説を補強したものです。
- 集会当日は「多次元な世論ムード推定のためのトピックモデルと IRT の統合モデル」というタイトルで、中村健太郎 (ハーバード大学) との共同研究の初期段階の成果を報告しました。
- この資料の内容は、三輪が単独で責任を負います。

- IRTは政治学にどのように関係するのか？
- 政治主体 (政治家, 政党, 有権者など) の潜在特性を測定するために用いられる。
 - ▶ 典型例はイデオロギー。
 - ▶ イデオロギー位置を**理想点** (ideal point) と呼ぶ。

理想点推定とIRT

- **イデオロギー** = 社会全体で共有されている一定の方向に揃った態度の束¹
 - ▶ 広義には、いわゆる「左—右」や「リベラル—保守」に限らず、価値観なども含まれる。
- 調査で尋ねた各争点に対する賛否を“テスト”とみなして分析。
 - ▶ 例: 今日の日本における保守度の“テスト”
 - ★ 「防衛力を強化すべきである」 → 「賛成」が“正解”
 - ★ 「脱原発を推進すべきである」 → 「反対」が“正解”
 - ★ 「夫婦別姓を認めるべきである」 → 「反対」が“正解”
 - ★ 「憲法を改正すべきである」 → 「賛成」が“正解”

¹Converse (1964).

空間理論による IRT のミクロ的基礎づけ

- **空間理論** = 政治主体は政策空間上で自分と近い選択肢を好ましいと考えたと仮定する理論²。
- 主体 i が政策 j に賛成 (a)/反対 (d) することの効用関数を次のように仮定。

$$U_{ij}^{(a)} = -(\theta_i - \xi_j^{(a)})^2 + \epsilon_{ij}^{(a)}$$

$$U_{ij}^{(d)} = -(\theta_i - \xi_j^{(d)})^2 + \epsilon_{ij}^{(d)}$$

- ▶ θ_i : 主体 i の位置 (理想点)
- ▶ $\xi_j^{(a)}$: 政策 j が実現した状態の位置
- ▶ $\xi_j^{(d)}$: 政策 j が実現しない状態 (現状) の位置
- ▶ $\epsilon_{ij}^{(a)}, \epsilon_{ij}^{(d)}$: 誤差項

²Downs (1957).

空間理論によるIRTのミクロ的基礎づけ

- 主体 i が政策 j に賛成する確率は

$$\begin{aligned} & \Pr(U_{ij}^{(a)} > U_{ij}^{(d)}) \\ &= \Pr(-(\theta_i - \xi_j^{(a)})^2 + \epsilon_{ij}^{(a)} + (\theta_i - \xi_j^{(d)})^2 - \epsilon_{ij}^{(d)} > 0) \\ &= \Pr(\underbrace{2(\xi_j^{(a)} - \xi_j^{(d)})}_{\beta_j} \theta_i - \underbrace{(\xi_j^{(a)2} - \xi_j^{(d)2})}_{\alpha_j} > -\underbrace{(\epsilon_{ij}^{(a)} - \epsilon_{ij}^{(d)})}_{\epsilon_{ij}}) \\ &= \Pr(\beta_j \theta_i - \alpha_j > -\epsilon_{ij}) \end{aligned}$$

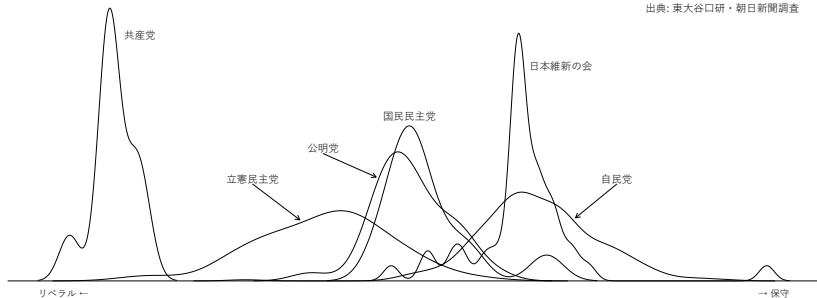
- $\epsilon_{ij} \sim \mathcal{N}(0, 1)$ とすると2パラメータプロビットIRTに帰着³。

³Clinton et al. (2004).

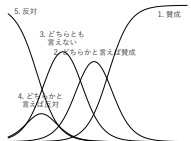
IRTによる理想点推定の適用例

2021年総選挙当選者の主要政党ごとの理想点の分布

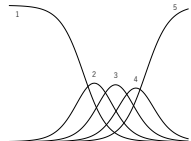
出典: 東大谷口研・朝日新聞調査



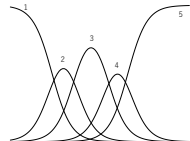
防衛力強化のICC



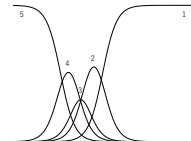
脱原発のICC



夫婦別姓のICC

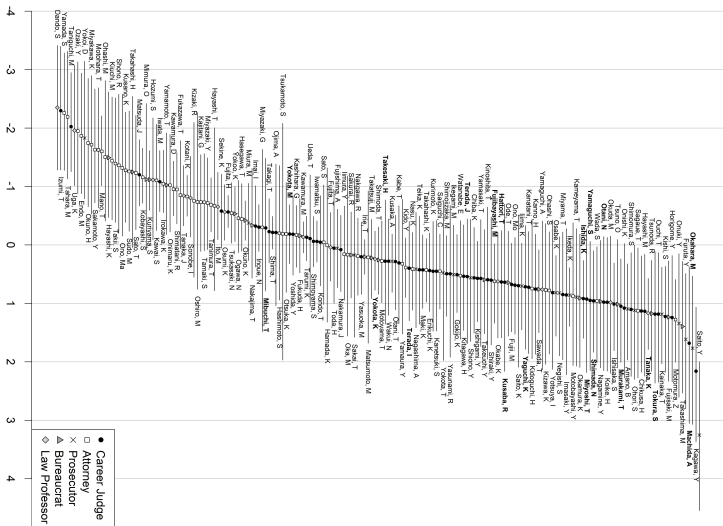


憲法改正のICC



IRTによる理想点推定の適用例

- 判決の個別意見に基づく日本の最高裁判官の理想点⁴



⁴Miwa (in press).

集計データを用いたムードの推定

- 世論調査の集計データ (賛成 $X\%$, 反対 $Y\%$ など) から潜在的な世論 (**ムード**) を明らかにしたい。
 - ▶ 個票が利用できない場合がある (マスコミの調査など)。
 - ▶ 個票がある場合でも集計した方が計算コストが小さい。
- 集団 (国など) g における質問 j に対する回答者数 n_{gj} と集計された肯定回答数 s_{gj} のデータのみを利用して、各集団の平均的な理想点 (=ムード) を推定したい。

集計データを用いたムードの推定

- 集団レベルIRTモデル⁵

- ▶ 個人 i が質問 j に肯定回答をする確率は

$$\Phi(\beta_j^\top \theta_i - \alpha_j)$$

- ▶ 理想点は集団 g_i 内で多変量正規分布すると仮定。

$$\theta_i \sim \mathcal{N}_D(\mu_{g_i}, \Sigma)$$

- ▶ 集団 g から無作為に選んだ個人が質問 j に肯定回答をする確率 p_{gj} は

$$p_{gj} = \Phi\left(\frac{(\beta_j^\top \mu_g - \alpha_j)}{\sqrt{\beta_j^\top \Sigma \beta_j + 1}}\right)$$

- ▶ 条件付き独立仮定の下、肯定回答数 s_{gj} は

$$s_{gj} \sim \text{Binomial}(n_{gj}, p_{gj})$$

⁵Berwick & Caughey (2025). Cf. Caughey & Warshaw (2015); McGann (2014).

多様な理想点推定モデル

- IRT そのものではないが、政治学で扱われる多様なデータに即した理想点推定モデルが提案されている。
 - ▶ ネットワーク理想点モデル
 - ▶ Wordfish モデル

ネットワーク理想点モデル

- Xなどのソーシャルメディアのフォロー関係のデータからユーザーの理想点を推定する。
 - ▶ 一般ユーザー i がターゲットユーザー j をフォローしていれば $y_{ij} = 1$, していなければ $y_{ij} = 0$ となるデータ。
- ユーザーは自分と理想点が似ているアカウントをフォローすることを好む (選択的接触をする) と仮定する。

ネットワーク理想点モデル

- ネットワーク理想点モデル⁶

$$\Pr(y_{ij} = 1) = \Phi(\alpha_j + \beta_i - (\theta_i - \phi_j)^2)$$

- ▶ θ_i : 一般ユーザー i の理想点
- ▶ ϕ_j : ターゲットユーザー j の理想点
- ▶ α_j : j の知名度を表すパラメータ
- ▶ β_i : i の政治関心を表すパラメータ
 - ★ 同様のモデルが政治献金データ⁷ や判決の引用データ⁸ にも適用されている。

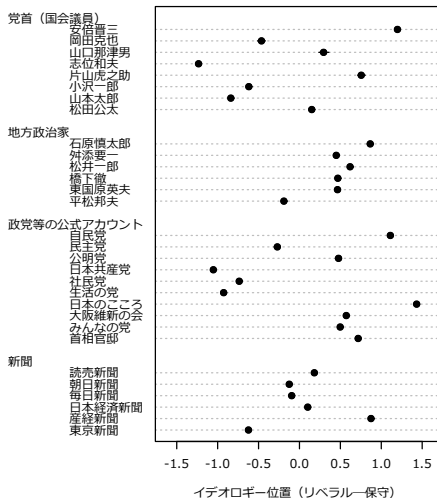
⁶Barberá (2015). Cf. Imai et al. (2016).

⁷Bonica (2014).

⁸Clark & Lauderdale (2010).

ネットワーク理想点モデルの適用例

- 2016年1月時点の日本のTwitter環境への適用結果⁹



⁹三輪 (2017). Cf. Lyu (2020).

Wordfish モデル

- テキストを bag-of-words で処理して得た文書単語行列を用いて，執筆者や発言者の理想点を推定する。
 - ▶ 用いるデータは，執筆者 i が単語 j を使う回数 w_{ij} 。

Wordfish モデル

- Wordfish モデル¹⁰

$$w_{ij} \sim \text{Poisson}(\mu_{ij})$$
$$\mu_{ij} = \exp(\nu_i + \lambda_j + \kappa_j \psi_i)$$

- ▶ ψ_i : 執筆者 i の理想点
- ▶ κ_j : 単語 j と理想点の関連性を表すパラメータ
- ▶ ν_i : 執筆者 i の執筆量の多さを表すパラメータ
- ▶ λ_j : 単語 j の一般的な使用頻度を表すパラメータ
 - ★ トピックが広範囲にわたる場合は、トピックごとに Wordfish → 各トピックの理想点を因子分析で統合、というプロセス (Wordshoal) が推奨される¹¹。
 - ★ 類似モデルの空間理論による導出の試みも¹²。

¹⁰Slapin & Proksch (2008).

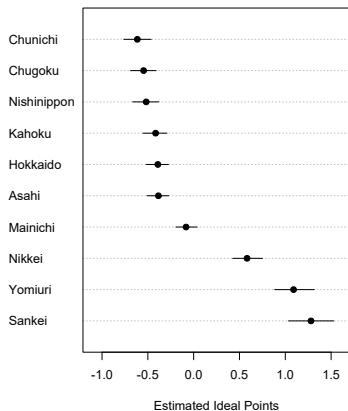
¹¹Lauderdale & Herzog (2016).

¹²Kim et al. (2018).

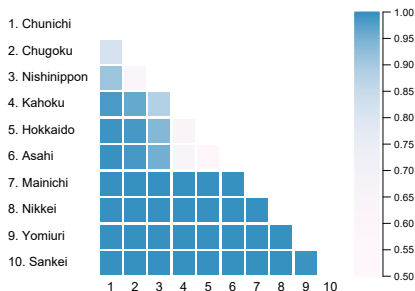
Wordfish モデルの適用例

- 日本の新聞の社説への Wordshoal の適用結果¹³

(a) Estimation results of the ideal points of Japanese newspapers



(b) Comparison between newspapers' ideal points



¹³Kaneko et al. (2021).

参考文献

- Barberá, P. (2015). Birds of the same feather tweet together: Bayesian ideal point estimation using Twitter data. *Political Analysis*, 23(1), 76–91.
- Berwick, E., & Caughey, D. (2025). MODGIRT: Multidimensional dynamic scaling of aggregate survey data. *Political Analysis*, 33(2), 91–106.
- Bonica, A. (2014). Mapping the ideological marketplace. *American Journal of Political Science*, 58(2), 367–386.
- Caughey, D., & Warshaw, C. (2015). Dynamic estimation of latent opinion using a hierarchical group-level IRT model. *Political Analysis*, 23(2), 197–211.
- Clark, T. S., & Lauderdale, B. (2010). Locating Supreme Court opinions in doctrine space. *American Journal of Political Science*, 54(4), 871–890.
- Clinton, J., Jackman, S., & Rivers, D. (2004). The statistical analysis of roll call data. *American Political Science Review*, 98(2), 355–370.
- Converse, P. E. (1964). The nature of belief systems in mass publics. In D. E. Apter (Ed.), *Ideology and discontent* (pp. 206–261). Free Press.
- Downs, A. (1957). *An economic theory of democracy*. Harper & Row.
- Imai, K., Lo, J., & Olmsted, J. (2016). Fast estimation of ideal points with massive data. *American Political Science Review*, 110(4), 631–656.

参考文献

- Kaneko, T., Asano, T., & Miwa, H. (2021). Estimating ideal points of newspapers from editorial texts. *International Journal of Press/Politics*, 26(3), 719–742.
- Kim, I. S., Londregan, J., & Ratkovic, M. (2018). Estimating spatial preferences from votes and text. *Political Analysis*, 26(2), 210–229.
- Lauderdale, B. E., & Herzog, A. (2016). Measuring political positions from legislative speech. *Political Analysis*, 24(3), 374–394.
- Lyu, Z. (2020). Ideological and behavioral perspectives on online political polarization: Evidence from Japan. *Sociological Theory and Methods*, 35(2), 170–183.
- McGann, A. J. (2014). Estimating the political center from aggregate data: An item response theory alternative to the Stimson dyad ratios algorithm. *Political Analysis*, 22(1), 115–129.
- 三輪洋文. (2017). Twitter データによる日本の政治家・言論人・政党・メディアのイデオロギー位置の推定. *選挙研究*, 33(1), 41–56.
- Miwa, H. (in press). Assessing the conservative nature of the supreme court of Japan via ideal point estimation of justices. *Journal of Empirical Legal Studies*.
- Slapin, J. B., & Proksch, S. O. (2008). A scaling model for estimating time-series party positions from texts. *American Journal of Political Science*, 52(3), 705–722.