

指定討論(代行)

専修大学 人間科学部 岡田謙介 (ken@psy.senshu-u.ac.jp)



ベイズモデリングの実用的利点

■柔軟性 例：

- 「2群が等分散でない場合」
- 「球面性の仮定が成り立たない場合」

■データ生成メカニズムを表現

- 心理学の理論を実装
- 心理学的解釈のできる潜在変数を活用

■確率による不確実性の表現

■モデル選択

■将来のデータの予測

首尾一貫した
(principled)
枠組みによって

(ベイズ統計学的な)統計的推論

データの世界

データ y
尤度 $p(y|\theta)$

事後予測分布
 $p(\tilde{y}|y)$

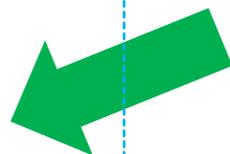
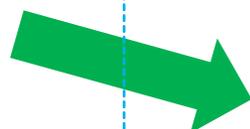
将来のデータ **の**分布

パラメータの世界

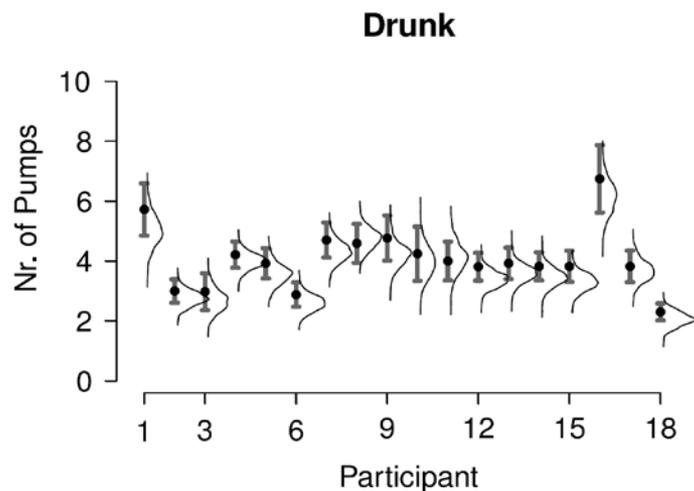
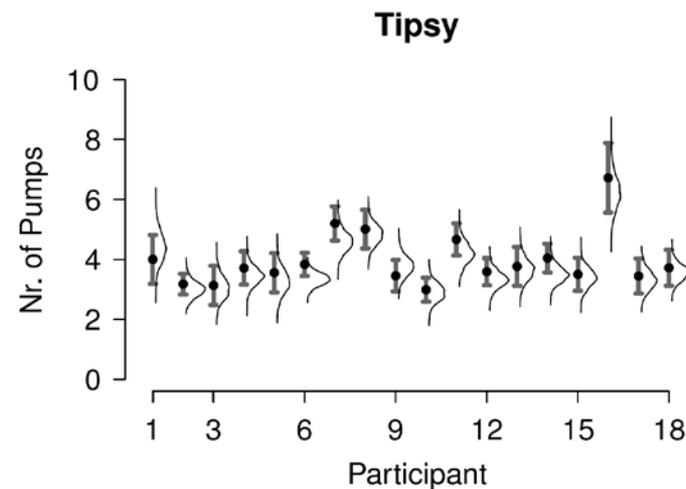
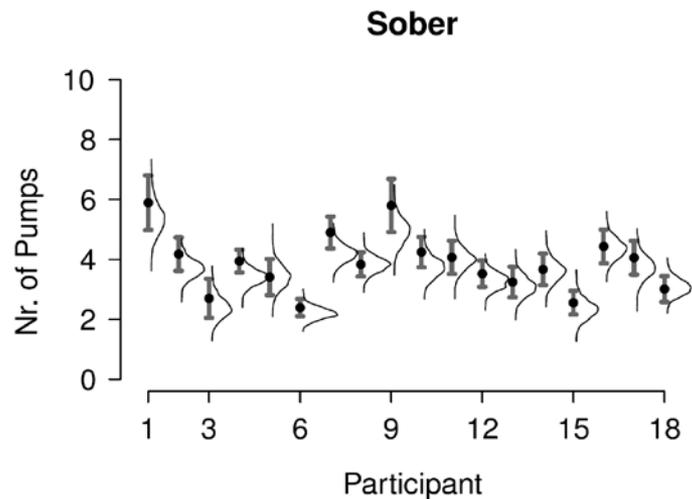
パラメータ θ
事前分布 $p(\theta)$

事後分布 $p(\theta|y)$

パラメータ
の分布



例：BARTモデル（事後予測チェック）



モデルとデータに
基づく量的な予測が
個人レベルで可能に

(van Ravenzwaaij et al., 2011, *J Math Psych*)

データ分析とモデリング

(Lee, 2011
J Math Psych)



心理・認知 モデリング

- データ生成メカニズムを表現するモデルを構築
- 心理学的理論・変数
- 領域固有性・個別性

データ分析

- 「既存の統計モデル」をデータに適用する
- 統計パッケージの利用
- 領域一般性

データ分析とモデリング

(Lee, 2011
J Math Psych)

心理・認知
モデリング

BARTのモデル

IGTのモデル

信号検出理論モデル

トピックモデル

隠れマルコフモデル

ワイブルモデル

リンク関数(GLM)

混合モデル

階層モデル

データ分析

(この布置は個人の主観的なものです)

ベイズモデルの限界は想像力だけ

- As the diversity of the recent applied Bayesian references attests, the MCMC approach is so generally applicable and easy to use that **the class of candidate models for a given data set now appears limited only by the user's imagination.** (Carlin & Chib, 1995, *JRSS-B*, p.473)
- 最近のさまざまな応用ベイズ統計学の文献が示すように、MCMCアプローチは高い汎用性を持ち、容易に利用できる。いまや**データに対してどんなモデルを利用するか、ということの限界を決めるのは、ユーザーの想像力だけ**のようだ。

仮説の評価について (プロ向け)

■ 豊田 (2016) :

$$P(f(\boldsymbol{\theta}) \geq c \mid y, H_1)$$

■ 例 : $P((\theta_1 - \theta_2) \geq c \mid y, H_1)$

■ 情報仮説の評価(Hoijtink, 2011)との類似点

■ Jeffreys (1935, 1961), 繁桙(1985)など : 複数の H_1, H_2, \dots がある状況において

$$P(H_1 \mid y) = \int_{\Theta_1} P(H_1, \boldsymbol{\theta}_1 \mid y) d\boldsymbol{\theta}$$

$$P(H_2 \mid y) = \int_{\Theta_2} P(H_2, \boldsymbol{\theta}_2 \mid y) d\boldsymbol{\theta}$$

...

仮説の事後確率とベイズファクター

- 仮説 H_1 の事後確率 $P(H_1|y)$ は以下に依存する
 - ほかにどういう仮説 H_2, H_3, \dots を考えるか
 - 各仮説の事前確率
- したがって、それらの影響しないベイズファクター (Bayes factor; ベイズ因子, ベイズ因数とも; Jeffreys, 1935, 1961; Kass & Raftery, 1995, *J Am Stat Assoc*) を仮説評価に使うことが多い

$$\text{事後オッズ} \frac{p(H_2|y)}{p(H_1|y)} = \frac{p(y|H_2)p(H_2)}{p(y|H_1)p(H_1)} \text{事前オッズ}$$

ベイズファクター

(Kruschke, 2015; Lee & Wagenmakers, 2013; Hoijtink, 2011)

むすびに代えて

(話題提供者の先生方へ)

- 今回のトークにあったものの以外で、同じデータについて検討されたモデルはありますか？
また現在のモデルの利点・改良できそうな点があれば教えていただきたいです

(フロアの先生方へ)

- 使ってみようと思いましたが？
- もしそれでもまだためらう理由があれば（あるかと思うので）教えていただきたいです