

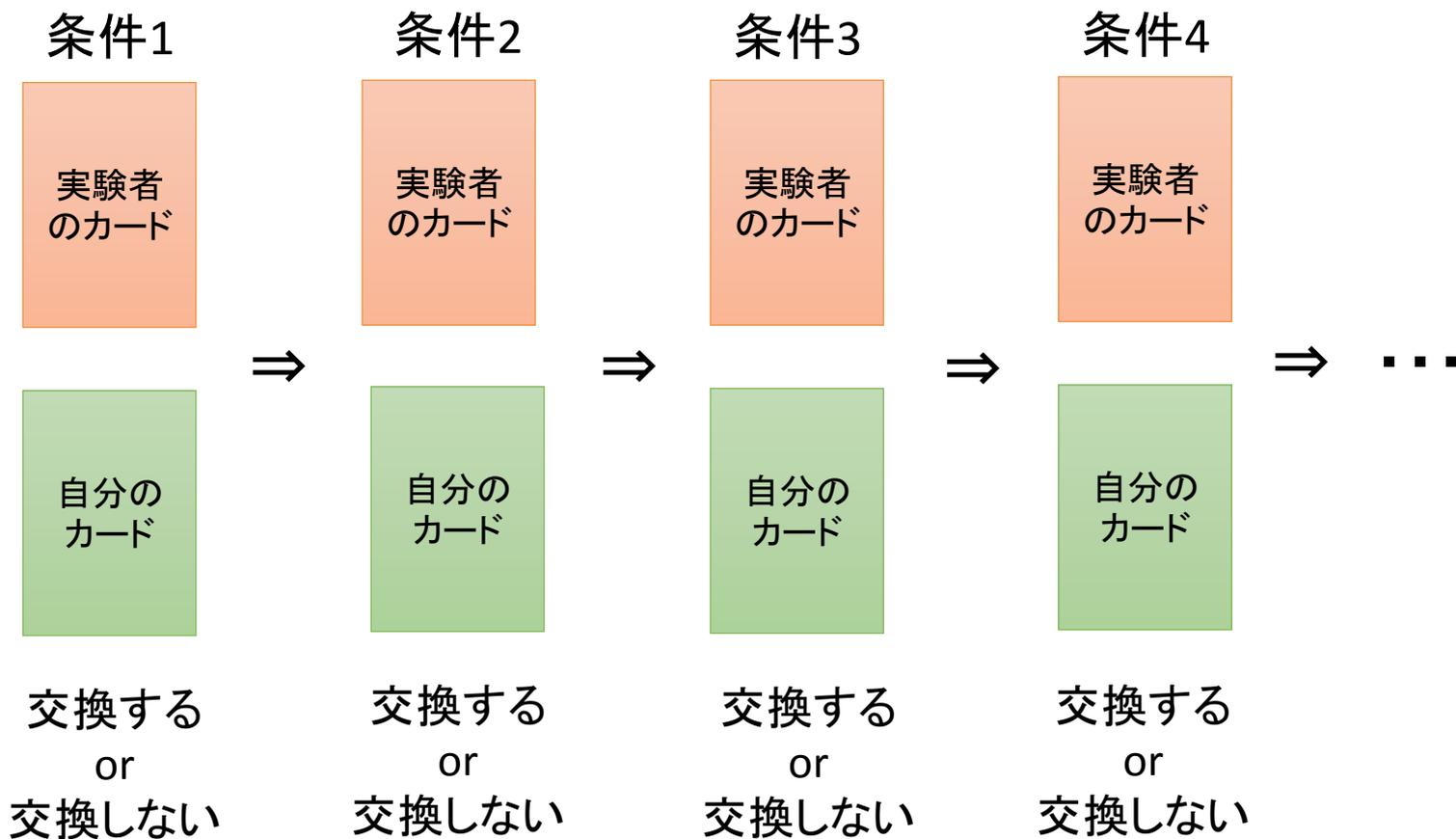
なぜ今GLMMなのか

竹澤正哲

北海道大学

日本社会心理学会第2回春の方法論セミナー

院生時代、あるデータに出会った



「よし、条件は被験者内要因だから
反復測定ロジスティック回帰をしよう」

反復測定ロジスティック回帰??

- SASもSPSSも、どこを探しても、反復測定ロジスティック回帰なんて見当たらない
- 大津起夫先生(現大学入試センター)
「一般推定方程式モデル(Generalized Estimation Equation model)で分析すればいい。SASのproc genmodでできるから」
- 後から分かったが、これはGLMMの親戚だった→ここから私とGLMMとの出会いが始まる

一般化線形混合モデル

Generalized Linear Mixed Model

- 2000年代に生態学を中心として利用され始める
- 同時期、沓掛展之氏(総研大)、久保拓弥氏(北大)が相次いで、インターネット上で情報を提供し始める
- Bolker et al. (2009). Generalized linear mixed model: A practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*. doi:10.1016/j.tree.2008.10.008
 - ✓ 個人的にオススメ。被引用回数は2000に迫る
- 久保拓弥(2012)「データ解析のための統計モデリング入門」 岩波書店⇒現在10版を重ねる

何が凄いてって...

一般線形モデル(分散分析+重回帰分析)の場合

従属変数:
連続変量(正規分布)

独立変数:
カテゴリカル/連続変量

GLMMの場合

分散分析、重回帰分析、ロジスティック回帰、多項ロジット、対数線形モデル...などが1つでできる

- 鍵となるのが、確率分布とリンク関数という2つの概念
- この2つをオプションとして指定することで、多様なデータを1つのモデル内で分析できる

それぞれ無関係だと考えて来た人も多いのでは？

- 同一の参加者から繰り返しデータが測定されたら
 - 反復測定分散分析
- 複数の集団が存在し、個人はその集団のどれかに所属していたら
 - 階層線形モデル(マルチレベルモデル)
- 枝分かれ実験のように条件がネストしていたら
 - 平均平方和と自由度をあれこれいじって...
 - は、反復測定？

変量効果(random effects)というたった1つの概念で、全てを扱えることを知っていましたか？

変量効果 (Random Effects)

- 反復測定 = 被験者内要因

y_{ij} = 個人 i の条件 j における反応

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_{ij} + r_i + e_{ij}$$

- 階層構造 (ランダム切片)

y_{ig} = 集団 g に属する個人 i の反応

$$y_{ig} = \beta_0 + \beta_1 x_{ig} + r_g + e_{ig}$$



平均0, 分散 σ の正規分布に従う

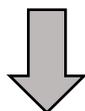
反復測定分散分析と混合モデル

一般線形モデル

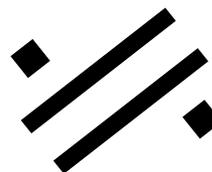


一般線形混合モデル

単に混合モデルとも呼ばれることも



一般線形モデル＋反復測定



- 球面性、Greenhouse-Geisserなどカッコイイ名前がたくさん登場
- 大量の裏紙の源泉

- 反復測定分散分析と、混合モデルは似ているが別物
- 反復測定分散分析よりも、混合モデルを使って反復測定のデータを分析するが多くのメリットがある
 - 井関龍太氏(理研)のスライドが詳しい

✓ <http://www.slideshare.net/masarutokuoka/ss-42957963>

なるほど。よく分かりました。

- これまで私たちが様々な道具を使い分けて分析していたデータは、GLMMひとつで分析できてしまうことが
- 被験者内要因や集団—個人という階層データは、複数の道具を使い分けずとも、変量効果(≡混合モデル)という単一の概念で表現できることが

けれど、これまでのやり方で問題はなかったし、同じ分析ができるというだけなら、別にGLMMを学ぶ必要なんてないと思う...

なぜ今GLMMが注目されているのか？

GLMMを学ぶことのメリットは何か？

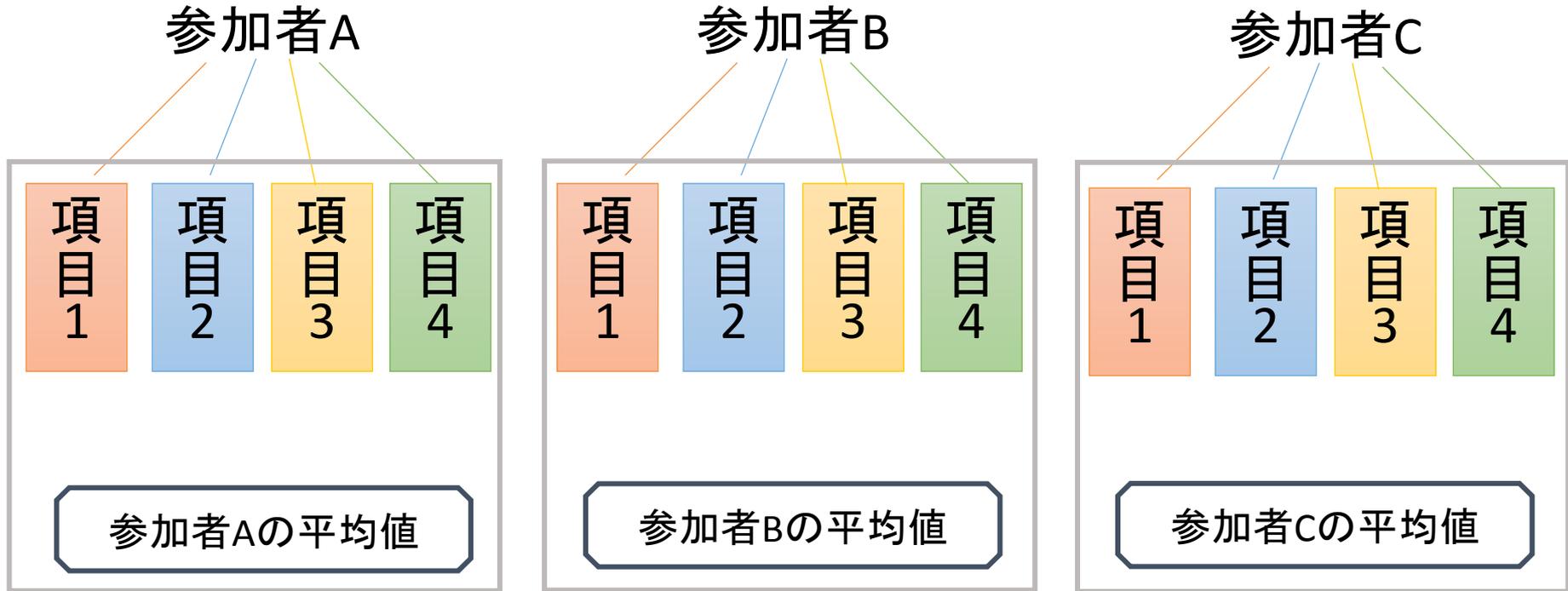
第1のポイント

「変量効果を使いこなすことの意味」
そして
「みんなこうやってきたから」の罪

MPIBにいた時の話

- 認知心理学者が、ある認知能力を測定するために複数の項目からなる尺度を作成

認知心理学者が行なった分析



参加者毎に算出された平均値が、ある基準値と比較して、有意に大きいことを検定し、「人間は優れた/正確な能力を持つ」と結論づけた = by-participant analysis

MPIBにいた時の話

- 認知心理学者が、ある認知能力を測定するために複数の項目からなる尺度を作成
- これに対して、行動生態学者が噛み付いた
 - 「その能力を測定する複数項目は、項目の母集団からランダムにサンプリングされたものとみなし、それを考慮して分析しなければならない」

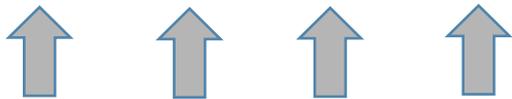
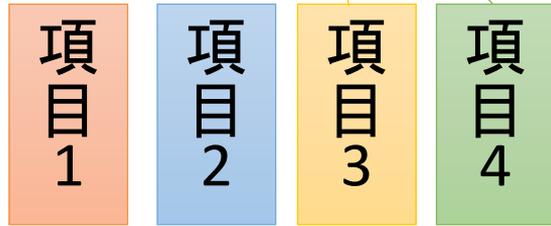
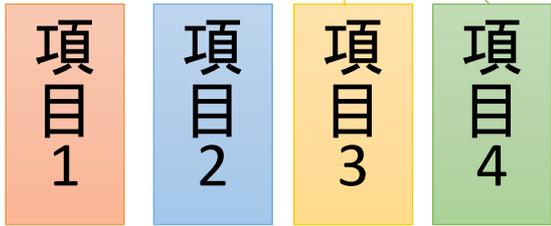
行動生態学者の指摘

大学生という母集団

参加者A

参加者B

参加者C



項目の母集団

↑ = ランダム・サンプリング

MPIBにいた時の話

- 認知心理学者が、ある認知能力を測定するために複数の項目からなる尺度を作成
- これに対して、行動生態学者が噛み付いた
 - 「その能力を測定する複数項目は、項目の母集団からランダムにサンプリングされたものとみなし、それを考慮して分析しなければならない」
- だが、ほとんどの心理学者はこの主張に反発した
 - 「みんなこうやって分析しているのに、なぜそんな複雑なことをやらなければならないのか...」

項目を変量効果として扱わないと...

標本平均 $m \neq \mu$



項目の母集団
母平均 $\mu = 0$

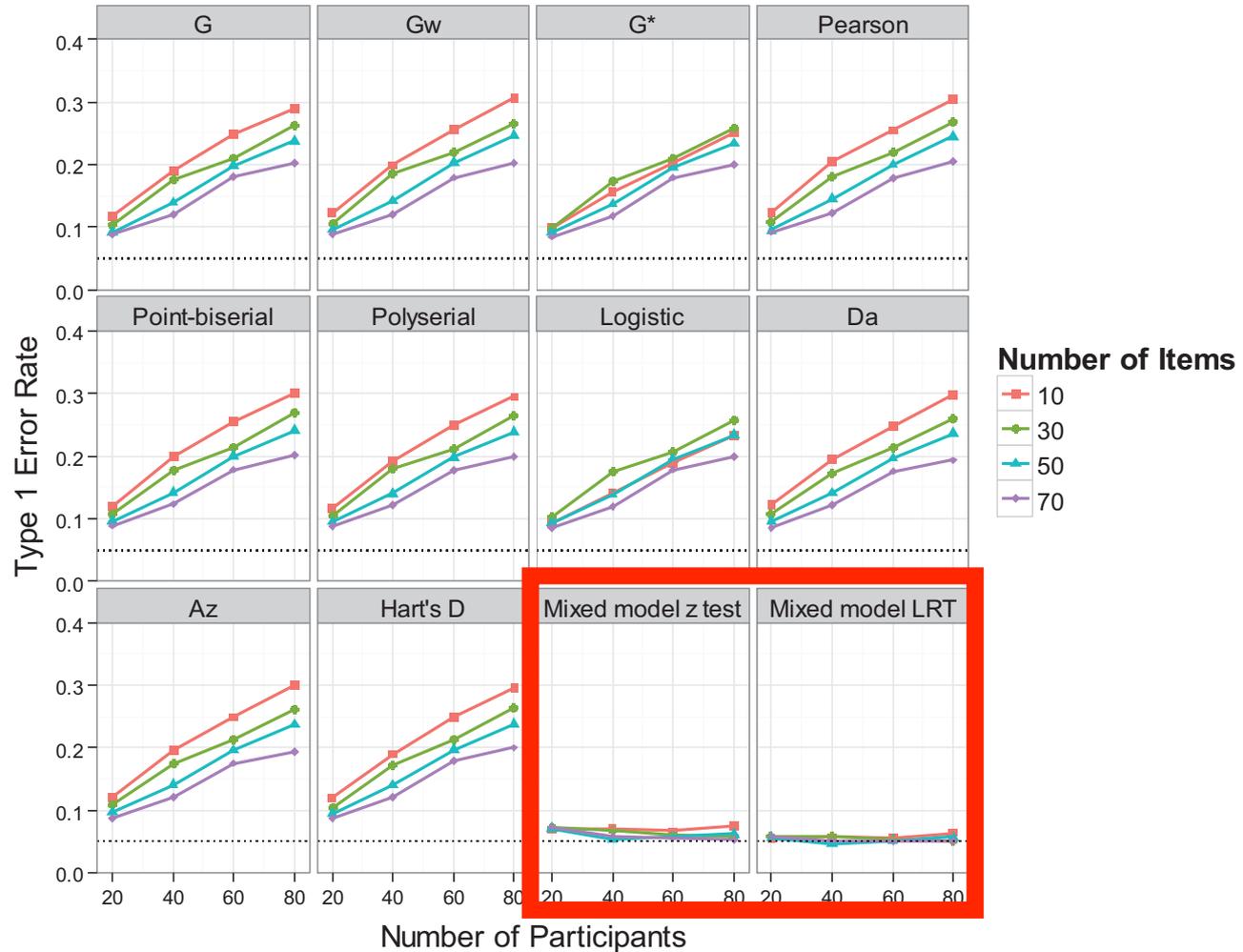
1. 標本平均は高確率で母平均よりわずかに大きくor小さくなる
2. サンプルされた項目に解答する参加者数が多くなるほど、このわずかな差が有意になりやすくなる
→ Type I errorの増加

Murayama, Sakaki, Yan, & Smith (2014).

Type I error inflation in the traditional by-participant analysis to metamemory accuracy: A generalized mixed-effects model perspective. JEL:LMC. doi: 10.1037/a0036914 より Figure 1



第一種の過誤の発生確率



第2のポイント

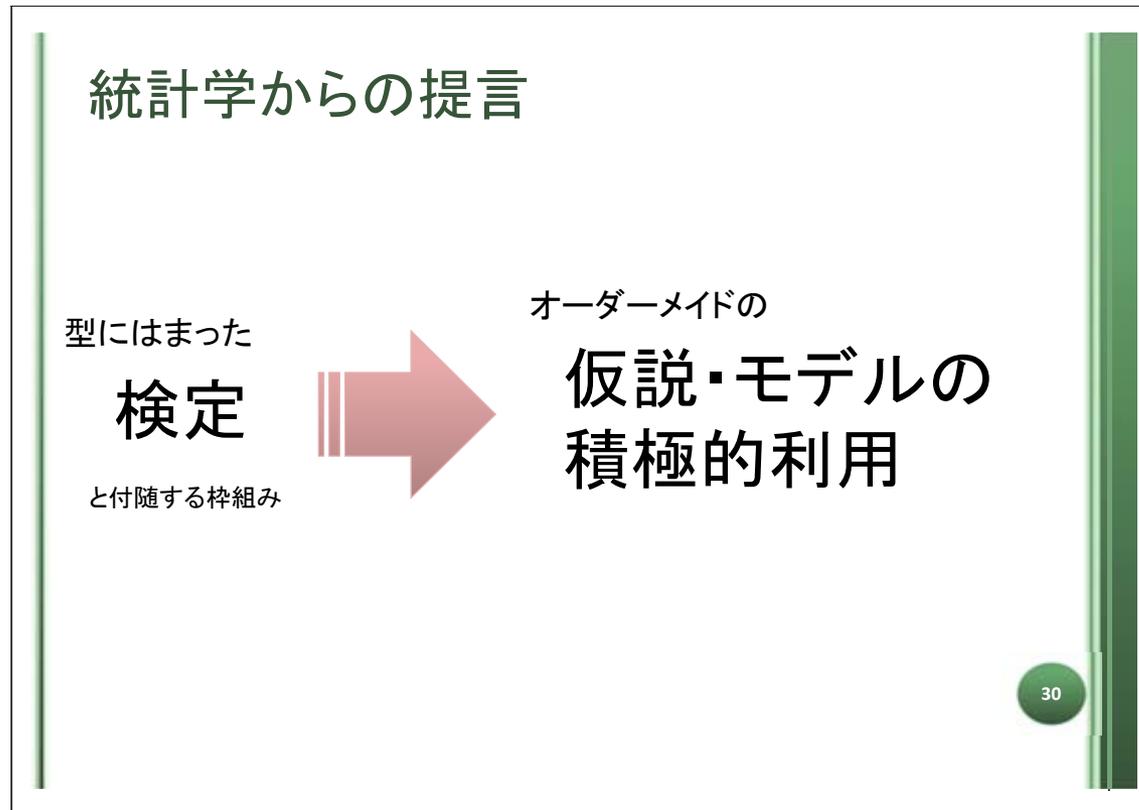
何でもできる = フレキシブルであることのメリット

→この後に続く2つのトークで繰り返し登場するポイントです

第3のポイント

仮説検定から統計モデリングへ

第1回春の方法論セミナーにおける 岡田謙介氏(専修大)の指摘



再現可能性問題の源泉のひとつは、心理学者が仮説検定パラダイムに依拠して研究を行い続けてきたことにある

http://www.socialpsychology.jp/sympo/seminar_140317/jssp_ss2014_Okada.pdf

仮説検定から統計モデリングへのパラダイム転換

仮説検定パラダイム

- 帰無仮説を設定し、 p 値に基づいて棄却するか否かを決定
- 「現象＝効果がある／ない」という二分的な認識へと研究者を導いてしまう
- 検定力分析も停止規則も、結局は、従来のパラダイムの中に留まった議論に過ぎない

統計モデリングパラダイム

- 複数のモデル(仮説)を立て、ある基準に照らして、その中で最も良いモデルを選ぶ
- 最も良いモデルが見つかったとしても、研究者が考えつくことのできなかつた別のモデル(仮説)が存在し、そちらの方がより良いモデルである可能性が常に存在している

神経科学、認知科学、社会科学における
様々なブレークスルーの背後には、
常に統計モデリングの発想が潜んでいる

統計モデリングと現代科学

- t 検定や分散分析の積み重ねを通じて、精緻な議論を積み上げていくことは、心理学における王道-方法論上のドグマであると言えるかもしれない
- その礎たる仮説検定パラダイムを捨て去る必要はまだないだろう
- だが現代科学においては、統計モデリングの発想が浸透し、「これまでに見たことがない」ブレークスルーを着実に生み出している
- 久保氏による緑本は、統計モデリングという考え方を、我々が慣れ親しんだ題材を扱いながら学ぶ格好の書である

この後の流れ

- 久保拓弥(北海道大学)

- GLMMの紹介＝統計モデリングというマインドの紹介
- 緑本を一人で読み通すのは、骨が折れるかもしれない
- このトークの概要を理解した後でぜひチャレンジしていただきたい

- 清水裕士(広島大学)

- 社会心理とGLMMの関係
- これまで我々が用いて来た道具との
- 社会心理学者が扱うデータを例としてGLMMを紹介する