

質問形式に着目した選好意識調査 のパラメータ推定効率性の検討： ダブルバウンド形式質問の場合

神戸大学大学院経営学研究科
三古 展弘

北村先生の影響

- 北村隆一：変動についての試行的考察
 - 土木計画学研究・講演集, No. 26, 2002. (岩手大学)
 - 土木計画学研究・論文集, Vol. 20, pp. 1-15, 2003.
 - 変動・変化・差異に関する分類
 - モデルの移転性に関するレビュー



- 三古展弘：多時点断面データとSPデータを用いた交通行動変化の非集計分析, 名古屋大学博士論文, 2005.

北村先生の影響

- 北村隆一：変動についての試行的考察
 - モデルの移転性に関するレビュー



- 三古展弘，森川高行：非集計交通手段選択モデルにおける修正された選択肢固有定数項の時間移転性
 - 土木計画学研究・講演集，No. 29，2004.
 - 春大会の最初の若手研究者セッションでコメントータを北村先生に依頼し，ご快諾いただいていたが，都合によりキャンセル.

北村先生の影響



- Sanko, N. and Morikawa, T: Temporal transferability of updated alternative-specific constants in disaggregate mode choice models, *Transportation*, Vol. 37, No. 2, pp. 203-219, 2010.
 - 2007年6月19日にEditorの北村先生に投稿
 - 2009年2月19日に北村先生ご逝去
 - 2009年2月24日にAssistant editorの山本俊行先生より査読結果が届く(2名の査読員ともにPositive)
 - 2009年12月29日にOnlineで出版

北村先生の影響

- **ダブルバウンドSPデータ**に関する分析
 - 三古展弘, 森川高行: RPデータと**支払カード形式SPデータ**を同時に用いた非集計行動モデルの推定, 土木計画学研究・講演集, No. 34, 2006.
 - 三古展弘, 森川高行: RPデータと**1.5バウンド形式SPデータ**を同時に用いた非集計行動モデルの推定, 土木計画学研究・講演集, No. 32, 2005.
- **ダブルバウンドSPデータ**とは・・・

どちらの選択肢を選びますか？

鉄道

所要時間: 40分
費用: 500円

自動車

所要時間: 50分
費用: 200円

自動車を選んだ方

自動車の費用が**2倍**になったとき、どちらの選択肢を選びますか？

鉄道

自動車

鉄道を選んだ方

自動車の費用が**1/2倍**になったとき、どちらの選択肢を選びますか？

鉄道

自動車

どちらの選択肢を選びますか？

鉄道

所要時間: 40分
費用: 500円

1st bound

自動車

所要時間: 50分
費用: 200円

自動車を選んだ方

自動車の費用が2倍になったとき、どちらの選択肢を選びますか？

鉄道

自動車

2nd bound

鉄道を選んだ方

自動車の費用が1/2倍になったとき、どちらの選択肢を選びますか？

鉄道

自動車

北村先生の影響

- ダブルバウンドデータを用いたRP/SPモデル

RPモデル

$$U_{in}^{RP} = \beta' x_{in}^{RP} + \alpha' w_{in}^{RP} + \varepsilon_{in}^{RP}$$

SPモデル

$$U_{in}^{SP} = \beta' x_{in}^{SP} + \gamma' z_{in}^{SP} + \varepsilon_{in}^{SP}$$

等価性が棄却

ランダム項の分散の関係

$$Var(\varepsilon_{in}^{RP}) = \mu^2 Var(\varepsilon_{in}^{SP}) \quad \forall i, n$$

北村先生の影響

- ダブルバウンドデータを用いたRP/SPモデル

RPモデル

$$U_{in}^{RP} = \beta' \mathbf{x}_{in}^{RP} + \alpha' \mathbf{w}_{in}^{RP} + \varepsilon_{in}^{RP}$$

SPモデル

$$U_{in}^{SP} = \beta' \mathbf{x}_{in}^{SP} + \gamma' \mathbf{z}_{in}^{SP} + \varepsilon_{in}^{SP}$$

等価性が棄却されず

$$U_{in}^{SP} = \beta' \mathbf{x}_{in}^{RP} + \tilde{\beta}' (\mathbf{x}_{in}^{SP} - \mathbf{x}_{in}^{RP}) + \gamma' \mathbf{z}_{in}^{SP} + \varepsilon_{in}^{SP}$$

ランダム項の分散の関係

$$\text{Var}(\varepsilon_{in}^{RP}) = \mu^2 \text{Var}(\varepsilon_{in}^{SP}) \quad \forall i, n$$

北村先生: 変化した部分が等価でないのは面白いかもしれませんね.

北村先生の影響



- Sanko, N. and Morikawa, T.: Choice models using matching data, In: Kitamura, R., Yoshii, T., and Yamamoto, T. (eds.) *The Expanding Sphere of Travel Behaviour Research: Selected Papers from the 11th International Conference on Travel Behaviour Research*, Emerald, UK, pp. 571-594, 2009.
 - 2006年8月18日にIATBR Kyotoで発表
 - 2007年9月5日にRevise要求(2名の査読員ともにPositive)
 - 2008年4月21日に採択

今日の発表

- 三古展弘：質問形式に着目した選好意識調査のパラメータ推定効率性の検討：ダブルバウンド形式質問の場合，国民経済雑誌，第200巻，第4号，pp. 45-54，2009.

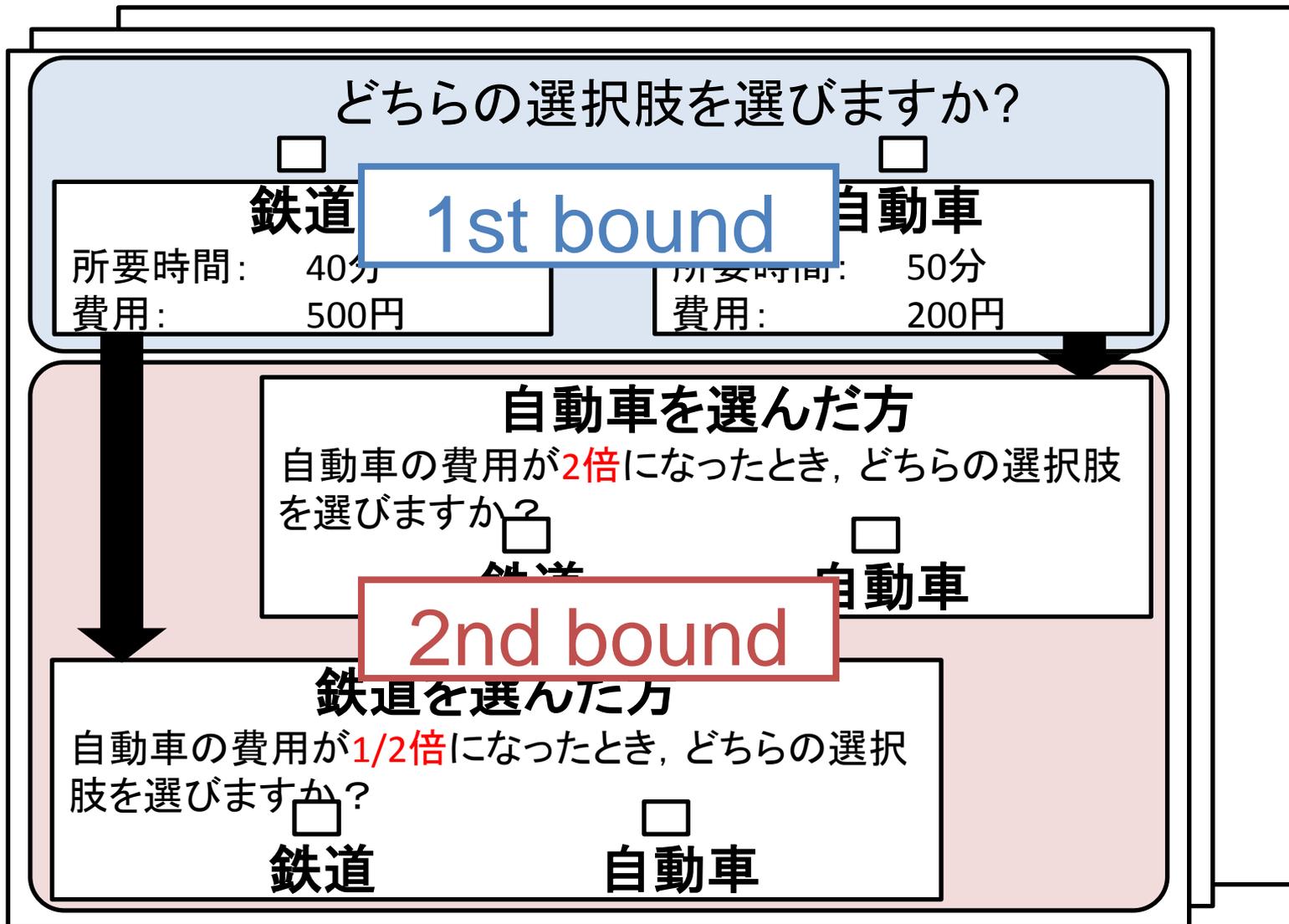
背景

- SPデータにダブルバウンド形式データを用いることで、選択形式よりも高い推定精度 (Sanko and Morikawa, 2009)
- SP調査の効率的設計に関する既存研究
 - 例: Rose *et al.* (2008)でD-error指標を用いて効率性を比較
 - ダブルバウンド形式をどのように設計すると推定精度が高くなるかは検討されていない

目的

- どのようなダブルバウンド形式質問を行った場合に推定精度が高くなるか
 - 2nd Boundのサービスレベルを1st Boundのサービスレベルを基準に変化させた場合に, どの程度の変化をさせるのが適切か
 - 人工データを用いた分析
 - より基礎的にパラメータ推定値の標準誤差から判断
 - Rose *et al.* (2008)などのD-error指標による分析は今後の課題

ダブルバウンドデータ



ダブルバウンドモデル

- *tran*と*auto*の2肢選択を例

- $U_i^{1st} = V_i^{1st} + \varepsilon_i^{SP}$, $U_i^{2nd} = V_i^{2nd} + \varepsilon_i^{SP}$, $\varepsilon_{auto}^{SP} - \varepsilon_{tran}^{SP} \sim N(0,1)$



- $P(1st = tran, 2nd = tran) = \Phi(V_{tran}^{2nd1} - V_{auto}^{2nd1})$

- $P(1st = auto, 2nd = auto) = 1 - \Phi(V_{tran}^{2nd2} - V_{auto}^{2nd2})$

- $P(1st = auto, 2nd = tran) = \Phi(V_{tran}^{2nd2} - V_{auto}^{2nd2}) - \Phi(V_{tran}^{1st} - V_{auto}^{1st})$

- $P(1st = tran, 2nd = auto) = \Phi(V_{tran}^{1st} - V_{auto}^{1st}) - \Phi(V_{tran}^{2nd1} - V_{auto}^{2nd1})$

分析方法

1. 擬似的なLOSデータの作成
2. 意思決定構造の想定
3. 1st Boundの選択結果の決定
4. 2nd Boundの選択結果の決定
5. モデルの推定
6. 平均値の算出
7. 挙動分析

分析方法

1. 擬似的なLOSデータの作成

- 4つの独立な対数正規乱数を発生させ, 1st Boundの4変数とする
- $cost_{tran}^{1st}$, $time_{tran}^{1st}$, $cost_{auto}^{1st}$, $time_{auto}^{1st}$
- 100サンプルを想定

分析方法

2. 意思決定構造の想定

$$- U_{tran}^{\bullet} = \alpha_{tran} + \beta_{cost} cost_{tran}^{\bullet} + \beta_{time} time_{tran}^{\bullet} + \varepsilon_{tran}^{SP}$$

$$- U_{auto}^{\bullet} = \beta_{cost} cost_{auto}^{\bullet} + \beta_{time} time_{auto}^{\bullet} + \varepsilon_{auto}^{SP}$$

$$- \alpha_{tran} = 0.0, \beta_{cost} = \beta_{time} = -1.0$$

分析方法

3. 1st Boundの選択結果の決定

- $\varepsilon_{auto}^{SP} - \varepsilon_{tran}^{SP}$ に標準正規乱数を発生
- 1. の擬似的なLOSデータ, と2. の想定した意思決定構造から1st Boundの選択結果を決定

分析方法

4. 2nd Boundの選択結果の決定

- 2nd Boundのサービスレベルを1st Boundの選択肢が不利になるように表のように設定(各ケース25サンプル)
- 表は1st Boundの値の何倍かを示す(例: $T=2$)

	1st Boundの選択結果が $tran$				1st Boundの選択結果が $auto$			
	$cost_{tran}^{2nd1}$	$time_{tran}^{2nd1}$	$cost_{auto}^{2nd1}$	$time_{auto}^{2nd1}$	$cost_{tran}^{2nd2}$	$time_{tran}^{2nd2}$	$cost_{auto}^{2nd2}$	$time_{auto}^{2nd2}$
ケース1	T 倍	1倍	1倍	1倍	$1/T$ 倍	1倍	1倍	1倍
ケース2	1倍	T 倍	1倍	1倍	1倍	$1/T$ 倍	1倍	1倍
ケース3	1倍	1倍	$1/T$ 倍	1倍	1倍	1倍	T 倍	1倍
ケース4	1倍	1倍	1倍	$1/T$ 倍	1倍	1倍	1倍	T 倍

分析方法

4. 2nd Boundの選択結果の決定(contd.)
 - 表で設定したサービスレベル, 2. で想定した意思決定構造, 3. で発生させたのと同じの標準正規乱数を用いて2nd Boundの選択結果を決定

分析方法

5. モデルの推定

- ダブルバウンドモデルの推定

分析方法

6. 平均値の算出

- 1. から5. を200回繰り返す
- パラメータ推定値, パラメータ推定値の標準誤差, 1st Boundと2nd Boundでの選択結果の組み合わせについて200回の計算の平均値を算出

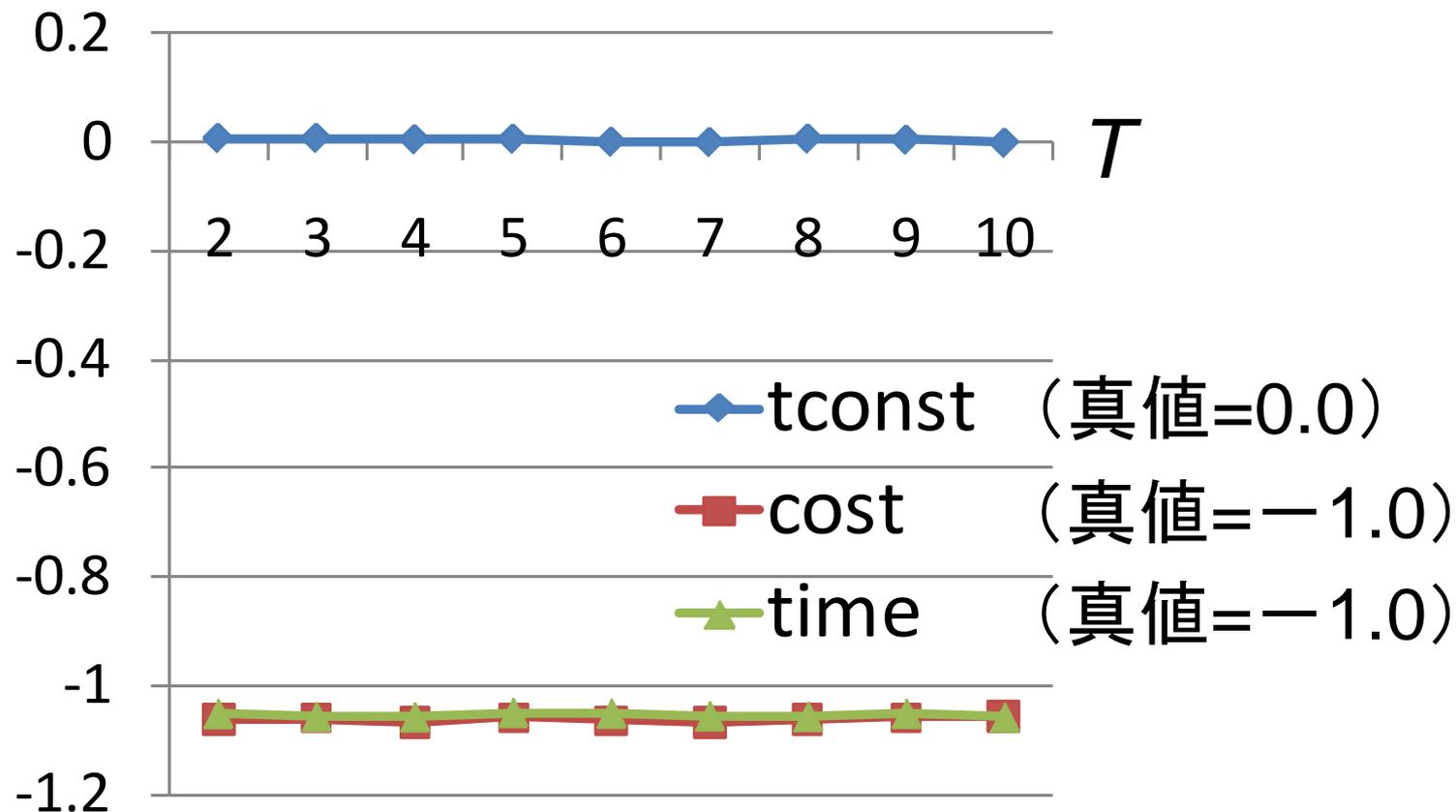
分析方法

7. 挙動分析

- 4. の表中で $T=2$ としていたものを, 3, 4, ..., 10と読み替えて1. から6. を行う
- ただし, 1. の疑似的なサービスレベルデータの作成, 3. で発生させる標準正規乱数はいずれの T の場合でも共通とする

分析結果

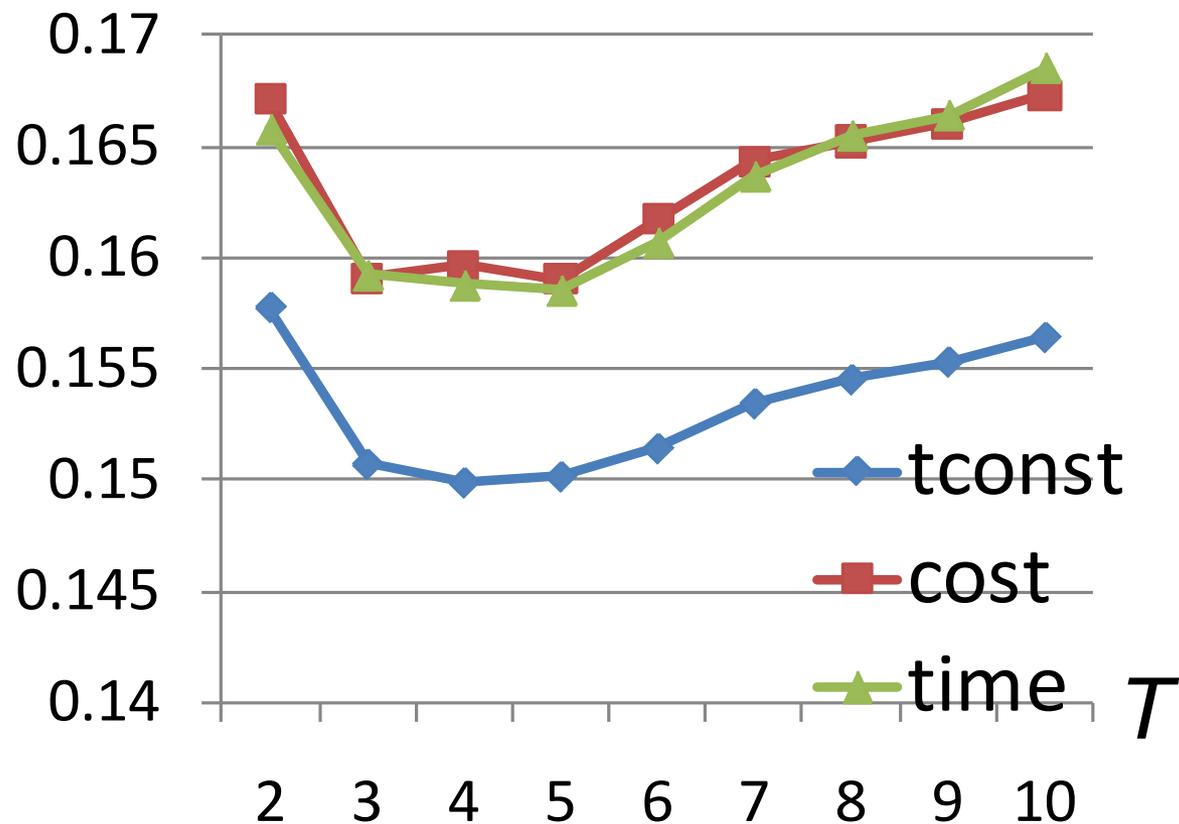
- パラメータ推定値の平均値 (縦軸)



— 真値から極端なずれはない

分析結果

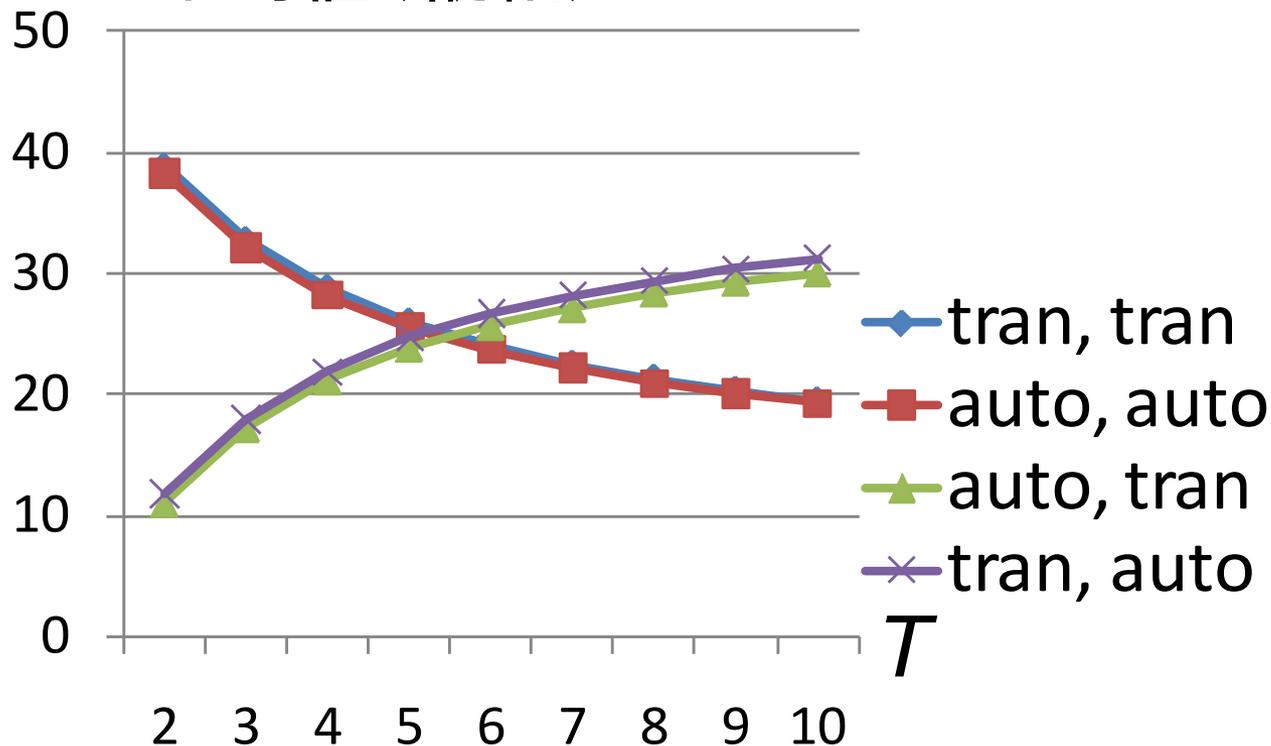
- パラメータ推定値の標準誤差の平均値 (縦軸)



— $T=4, 5$ で最小値をとる. 理由は, ...

分析結果

- 1st Boundと2nd Boundでの選択結果の組み合わせの平均値(縦軸)



— T 小: 両Boundで同じ, T 大: 両Boundで異なる

分析結果

- T 小: 両Boundで同じ

- $P(1st = tran, 2nd = tran) = \Phi\left(V_{tran}^{2nd1} - V_{auto}^{2nd1}\right)$
- $P(1st = auto, 2nd = auto) = 1 - \Phi\left(V_{tran}^{2nd2} - V_{auto}^{2nd2}\right)$
- 効用の大小関係のみを用いる

- T 大: 両Boundで異なる

- $P(1st = auto, 2nd = tran) = \Phi\left(V_{tran}^{2nd2} - V_{auto}^{2nd2}\right) - \Phi\left(V_{tran}^{1st} - V_{auto}^{1st}\right)$
- $P(1st = tran, 2nd = auto) = \Phi\left(V_{tran}^{1st} - V_{auto}^{1st}\right) - \Phi\left(V_{tran}^{2nd1} - V_{auto}^{2nd1}\right)$
- 効用がある値より大であり, ある値より小であるというより多くの情報を用いる.

分析結果

- T が大きくなったとき
 - T が小さい値で既に選択結果が反転していたサンプルは...
 - T がより大きい値になっても選択結果は反転しているが、効用の誤差項の差が、ある値より大であり、かつ、ある値より小であるという範囲の幅が広がる
 - つまり、効用の誤差項の差に関して与える情報が減少

分析結果

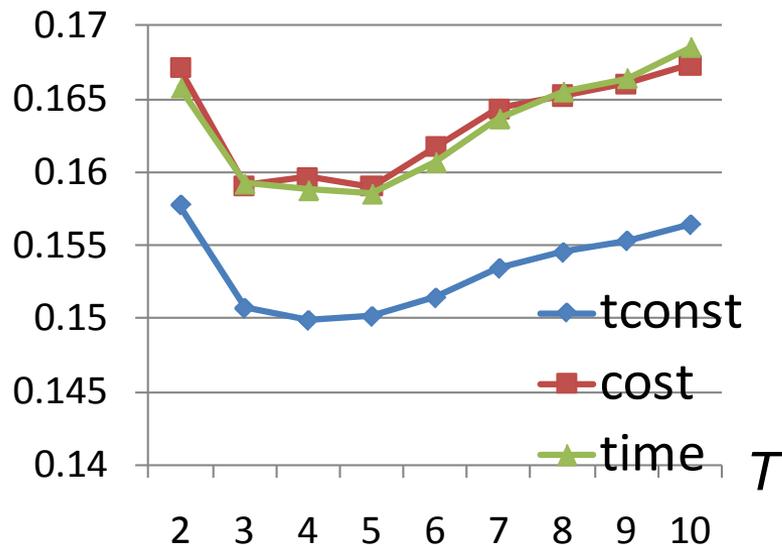
- T が大きくなるにつれて
 - メリット: 効用がある値より大であり, ある値より小であるという情報
 - デメリット: T が小さい値で既に選択結果が反転していたサンプルは効用の誤差項の差が, ある値より大であり, かつ, ある値より小であるという範囲の幅が広がる

分析結果

- 結果として

- $T=2$ から 3 : T 増加のメリットが卓越
- $T=3$ から 5 : メリットとデメリットが均衡
- $T=5$ から 10 : T 増加のデメリットが卓越

パラメータ推定値の標準誤差の平均値(縦軸)

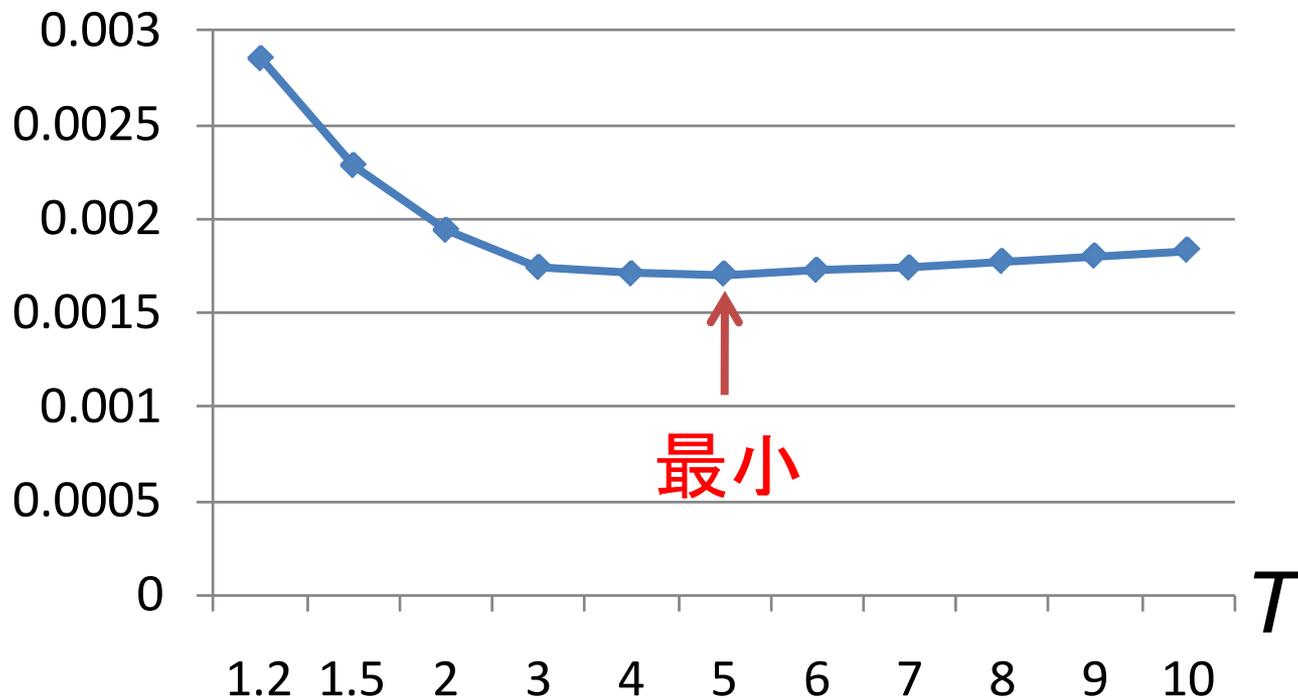


結論

- 知見は分析結果で述べた通り
- 今後の課題
 - $\alpha_{tran} = 0.0$, $\beta_{cost} = \beta_{time} = -1.0$ という仮定の変更
 - D-errorを用いた効率性の評価(Rose *et al.*, 2008)
D - error = $[\det(\Omega)]^{1/K}$
 Ω : asymptotic variance covariance (AVC) matrix
 K : number of parameters

付録：D-errorを用いた分析

- 山本俊行准教授との共同研究
- 設定は今回とは若干違うが、



謝辞

- 発表の機会を与えてくださった「北村記念シンポジウム実行委員会」の皆様
- 科学研究費補助金(若手研究(B))(課題番号19730282)