

Passive or Active? Behavioral changes in different designs of search experiments

Yuta KITAKA (Kobe); Ryo MIKAMI (Osaka); Natsumi SHIMADA (Osaka)

プラットフォームエコノミクス研究会

15 Mar. 2022

<https://bit.ly/3pXMHmq>

- 1 Introduction
- 2 The Model
- 3 Experimental Design
- 4 Results and Discussions
- 5 Conclusion

人々は日々、情報探索を伴う活動に従事している。

- ▶ 例：Amazon などのショッピングサイトでのお買い物
 - > 各商品の価格や効用といった情報を逐次集めながら比較・検討。
- ▶ 他にも、就職、出会い、住宅等々、情報探索を伴う活動は数多い

同じ活動でも、以下のように異なる種類の探索形態が考えられる

- ▶ 買い物：検索結果一覧から検討 or Recommendation に基づき検討
- ▶ 求職：ハローワーク or 登録型求職サイト or 求職エージェント
- ▶ 出会い：マッチングサイト or お見合い

- ▶ 意思決定への関与度合いが異なる。
 - > 選択肢そのものを自分で選ぶ or 選択肢を提示される。

- ▶ 情報探索を伴うプラットフォーム (PF) 設計に関連。

消費者・労働・経営など様々な分野で、情報探索活動を扱うサーチ理論を用いた数多くの理論研究が存在。

- ▶ 例:PF による自己優遇行動 (Zenny, 2022; Kittaka and Sato, 2021)
- ▶ 現実的な状況を分析でき、(政策) 含意を得やすい。

特定の政策・戦略や環境変化が探索行動に与える影響を検証する際、フィールドデータは使いづらい (個人の探索活動追跡が困難)。

- ▶ 探索環境を模した経済実験が有用。
- ▶ 様々なデザインが混在し、その違いには注意が払われていない。
 - > 根拠：理論上同一のモデルだから。
- ▶ だが、実験環境次第で行動に差が生じる可能性はある。
 - > 例：同じ情報でも、recommend されると受け入れやすい?(にくい?)
 - > 人によっても異なりそう。
- ▶ 想定する現実の探索環境と異なる実験デザインで得られた示唆をそのまま応用していいのか？

この研究:

人々の情報探索に関する様々な実験研究を包括的に比較・分類し、理論・実験で検討されてこなかった情報探索デザインの違いで人々の行動が変わることを実験で示した。

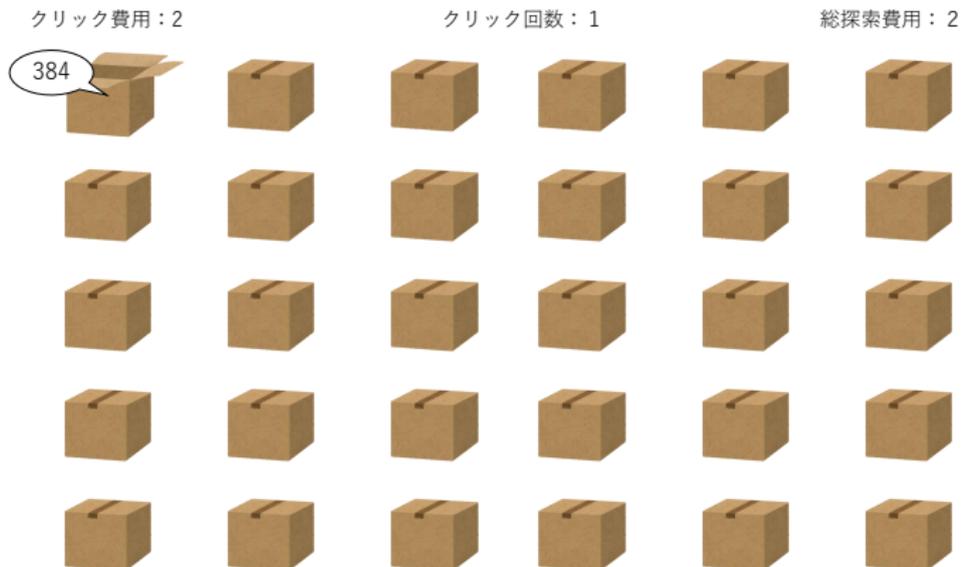
- ▶ 意思決定への関与度合いに応じ、**能動**・**準能動**・**受動**に分類。
 - > 買い物：検索結果一覧から検討 or Recommendation に基づき検討
 - > 求職：ハローワーク or 登録型求職サイト or 求職エージェント
 - > 出会い：マッチングサイト or お見合い
 - > 自分で探した”感”が異なる。
- ▶ 3つの探索デザインに関する実験を実施し、結果を比較。

目的:

- ▶ 今後の経済実験実施に際して有用な結果を提供。
- ▶ 現実の探索環境デザインに関連する様々な含意を提示。
 - > PF 設計において、情報提示の仕方で行動は変わるか？もし変わるならどちらが消費者(企業)目線で好ましいのか？
 - > 失業や結婚については？

1 能動実験例 (Bhatia et al., 2021 Cognition)

| 5



- ▶ 複数のオプションから1つを選んで中身を確認し、それを受け取る(購入する)か、費用を支払って次を探すかを定める。
- ▶ 情報提供型 PF では一般的なタイプの探索問題。
- ▶ ショッピング, 一般的な就職活動など。

1 準能動実験例 (Zwick et al., 2003 MkSc)

ラウンド = 1

訪問したアパート数：10
訪問毎探索費用：0.3ドル
このアパートからの便益：10ドル

累積探索費用：3.00ドル

借りる

次へ

戻る

- ▶ オファーが1つ提示され、受諾するか、費用を払って次のオファーを見るか(または戻るか)を選ぶ
- ▶ この例の研究の場合、賃貸住宅を探す問題として応用されている。
- ▶ エージェントを利用した(緩めの)求職など
- ▶ 主流(だった)実験デザイン

1 受動実験例 (Jhunjhunwala, 2021 JEBO)

17

残高：350

現在のオファーを受諾してラウンドを終えてもよいという最低限のオファーはいくらですか？

続ける

- ▶ (毎回) オファーを受け入れるラインを提示する。費用を払うとオファーが1つ明らかになり、提示したラインを上回っているならそれを受け入れる。下回っていれば再度受け入れラインを提示。
- ▶ コミットメントが必要な探索問題
- ▶ お見合い？代理購入？
- ▶ 比較的新しいデザイン (Brown et al., 2011 AER)

1 Introduction (Related Literature)

| 8

探索理論枠組み : Lippman and McCall (1976, EI); Weitzman (1979, ECMA)

- ▶ 上記に基づく実験を能動サーチ; 準能動サーチ; 受動サーチに分類

消費者探索実験 (購買活動を分析) :

- ▶ **Gabaix et al. (2006, AER)**; Caplin et al. (2011, AER); Kittaka and Mikami (2020, WP); **Casner (2021, EE)**; **Jhunjunwala (2021, JEBO)**; **Bhatia et al. (2021, Cognition)**.

労働探索実験 (求職活動などを分析) :

- ▶ **Schotter and Braunstein (1981, EI)**; (Subsequent studies) ; Schunk and Winter (2009, JEBO); **Brown et al. (2011, AER)**; Miura et al. (2017, WP).

マーケティングでの応用 (ほぼ消費者探索) :

- ▶ **Zwick et al. (2003, MkSc)**.

Main Results:

- ▶ デザイン間で基本的な探索ルールの違いは見られない。
 - > 一定の留保価値に基づく逐次的探索ルール (理論モデルの頑健性).
- ▶ 能動的探索デザインに比べ、準能動・受動的探索デザインで探索回数が少なくなる。
 - > 「自分で選んだ感」 or 「他人が選んだ感」が行動に影響する
- ▶ 受動的デザインではリスク回避的な人がより早く探索を打ち切る
 - > コミットメント, 事前思考などのモデル外要素が影響する可能性

Contributions:

- ▶ 実験：実験デザインには十分注意が必要であることを示した。
 - > これまで捨象されてきたモデル外要素の検討.
 - > 数値の大小に主眼 ⇒ 能動デザイン; 詳細な追跡 ⇒ 受動デザイン
- ▶ 政策・経営：探索環境設計次第で人々の行動に影響を与えられる可能性を示唆
 - > 能動デザイン ⇒ Search efficiency 面では有利
 - > 受動デザイン ⇒ 探索を早く打ち切らせたいとき (失業等?)

- ① Introduction
- ② The Model
- ③ Experimental Design
- ④ Results and Discussions
- ⑤ Conclusion

想定する探索状況 (消費者・労働探索で標準的なもの)

- ▶ イメージ：Amazon で「洗剤」と検索. 検索結果一覧から 1 個 1 個検討し, 納得が行ったらその品を買う (掛かった時間が費用)
- ▶ 逐次的に (1 個 1 個) 情報を探索する.
 - > 探索毎に分布 $F(w)$ からランダムなオファー w を観測
 - > 例：商品の効用, 賃金, etc..
- ▶ 探索毎に一定の探索費用 c を支払う
 - > 例：(移動費用), 時間, 心理費用, etc.
- ▶ 一度観測したオファーは常に探索費用なしで購入可
 - > ブックマーク, 返事を保留, etc..
- ▶ 現在までに観測したオファーが気に入らなければ, 探索費用を支払って追加のオファーを得る
- ▶ 納得がいった時点で探索を終える. その時の最大オファーから探索に掛かった総費用 ($c \times N$) を引いたものを得る.

2 Search model and Optimal search rule (2)

期待利得を最大にする探索ルールは以下のように特徴づけられる:

- ▶ ある留保価値 x^* より高いオファーを観測したらその時点で受諾;
- ▶ 留保価値より低いオファーを観測したのであれば追加探索を実施
 - > 留保価値 x^* : 「このくらいの商品 (賃金) が欲しい」というライン.
- ▶ “One-step-forward” strategy

期待探索回数:

- ▶ 探索を終了する確率は $Pr(w > x^*) \Leftrightarrow 1 - F(x^*)$ なので, 期待探索回数は

$$E[M] = \frac{1}{1 - F(x^*)}. \quad (1)$$

- ▶ 留保価値が大 \Leftrightarrow より多い探索回数 (妥協しにくい).
- ▶ リスク回避的 \Rightarrow より低い x^* \Rightarrow より早い探索終了.

- ① Introduction
- ② The Model
- ③ Experimental Design**
- ④ Results and Discussions
- ⑤ Conclusion

実施概要：

- ▶ 場所：大阪大学社会経済研究所（オンライン実験）
- ▶ 時期：2021年7-8月
- ▶ 人数：103人
- ▶ ツール：oTree (Chen et al., 2016, JBEF)
- ▶ 報酬：平均 2,000 円
- ▶ 所要時間：平均 60 分
- ▶ 3つのサーチデザイン(受動・準能動・能動) + 1つのリスク測定
 - > 各サーチデザイン毎に 20 ラウンド実施(練習 5 ラウンド)

設定は3つのサーチデザインで共通

- ▶ 同じオファー分布と探索費用.
- ▶ 最終的に3つのサーチデザインそれぞれからランダムに1回の結果が選ばれ, それぞれ時の最大オファーから総探索費用を引いたものを合計して(×60)報酬とする

1st spell

Experiment screen See instruction

13

New offer found by agent: 13

The number on the offer was lower than the number you chose, so the search will continue. Choose a number and then click on "Ask to search".

15 ▾

Number of searches (total cost): 3

Current maximum offer: 13

Ask to search Result

受動的探索デザイン

- ▶ 各サーチ毎に1-20のうち1つの値を留保価値として選択
- ▶ 「探索を行う」ボタンを押すと探索費用1と引き換えにオファーがランダムに実現
- ▶ 手持ちのオファーより選択した留保価値が低ければ終了
- ▶ 低いオファーが出たときは、留保価値を再選択 (変更可)
- ▶ 終了タイミングは所与
- ▶ 直接留保価値を引き出せるメリット

1st spell

Experiment screen See instruction

3

Number of searches (total cost): 3
Current maximum offer: 10

Continue Finish

準能動的探索デザイン

- ▶ 「続ける」「終了する」の2つ
- ▶ 「続ける」ボタンを押すと探索費用1と引き換えにオファーがランダムに実現
- ▶ 「終了する」を選ぶとその時の最大オファーから総探索費用を引いたものが結果として確定
- ▶ 終了タイミングは任意

3 Experimental Design (Active)

1st spell

Experiment screen

See instruction

?	?	?	?
?	?	4	?
?	1	?	10
?	?	?	?

Number of searches (total cost): 3

Current maximum offer: 10

Continue

Finish

能動的実験デザイン

- ▶ 「続ける」「終了」の2つ
- ▶ 「続ける」場合, 16枚のカード(数値は非表示)の中から1枚を選択する
 - > 選択するたびに1の費用が支払われる
- ▶ 「終了する」を選ぶとその時の最大オファーから総探索費用を引いたものが結果として確定(準能動と同じ)
- ▶ 終了タイミングは任意

Table: デザインの概要

デザイン	探索の意思決定	オファー	サーチ終了タイミング
受動	サーチ毎に 留保価値を選択	サーチ毎に 1つ受け取る	選択した留保価値を オファーが上回ると自動で
準能動	現在の最大オファーを 受諾/次のオファーへ	サーチ毎に 1つ受け取る	「終了」ボタンを 押したときいつでも
能動	現在の最大オファーを 受諾/次のオファーへ	複数の潜在オファー から毎回1つを選択	「終了」ボタンを 押したときいつでも

これらは全て同じ探索モデルと探索ルールで特徴づけられる

- ▶ デザインの違いは影響せず、同じ結果が実現するはず.
- ▶ 能動と準能動は「いくつ受け取るか」だけ
- ▶ 準能動と受動の違いは「結果に直接応答」か「事前に入力」

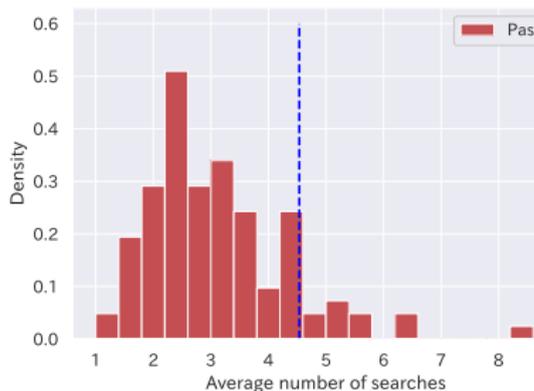
- ① Introduction
- ② The Model
- ③ Experimental Design
- ④ Results and Discussions**
- ⑤ Conclusion

Table: Summary of data

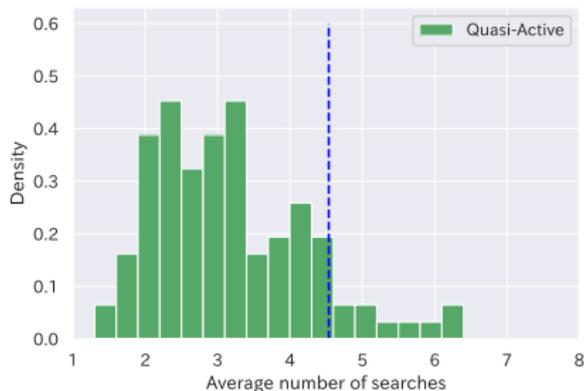
	受動	準能動	能動	理論値		
				実測リスク	実測リスク	リスク中立
平均結果	8.298 (0.028)	8.437 (0.026)	8.413 (0.028)	8.863	9.012	9.028
平均	3.095	3.133	3.380	3.665	3.993	4.537
探索回数	(0.027)	(0.022)	(0.022)			
観測数	2060	2060	2060	100	100	—

Note: Standard errors are presented in parentheses.

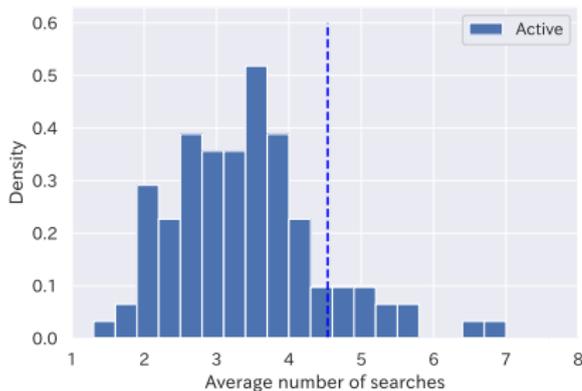
- ▶ 全体レベルで見て、受動・準能動デザインは能動デザインより平均探索回数が低い (⇒ 選択肢が所与だと早期探索終了を示唆).
- ▶ 受動・準能動デザイン間では有意差はない ($p = 0.1001$).
- ▶ 理論値との乖離はあるが (under-search problem), 能動デザインが最も理論値に近い結果



(a) Passive



(b) Quasi-Active

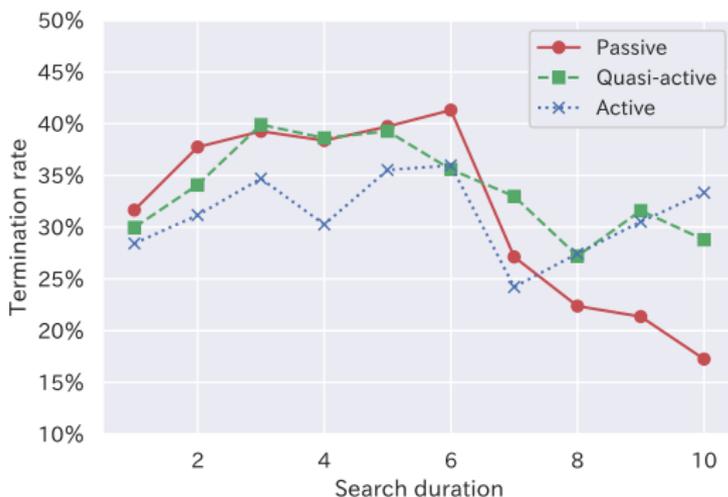


(a) Active

- ▶ 個人レベルでの平均探索回数にもデザイン間で差がある
- ▶ 受動デザインのピークは2.3回だが、準能動は2.3回と3.3回、能動デザインは3.6回
- ▶ どの程度探索活動に関与できるかで差 (Quasi vs. Active)
- ▶ 受動は外れ値+固有の設定で過大に出ている可能性

4 Result (3): Behavioral differences (2)

もし一定の留保価値に基づく探索ルールに厳密に従っているなら探索の長さに関わらず探索終了率は一定 ($\Pr(w > x^*)$; 理論値は 25~30%).



- ▶ **受動 (Passive)** 以外はおよそ一定の動き \Rightarrow One-step-forward strategy は (少なくとも他 2 つのデザインでは) 尤もらしそう
- ▶ 1 回目の探索終了率について, 受動と能動間で差がある個人が一定数存在

4 Result (4): Behavioral differences (3)

| 23

目的変数：探索終了率 (能動探索トリートメントをベースラインに)

Covariates	Coefficients (SE)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Passive	0.102*** (0.036)		0.188*** (0.052)		-0.229 (0.145)
Quasi-active	0.083** (0.036)		0.094* (0.054)		-0.062 (0.142)
Number of safe lotteries				0.012* (0.007)	0.001 (0.010)
Passive × Number of safe lotteries					0.025** (0.011)
Quasi-active × Number of safe lotteries					0.011 (0.010)
Number of searches		-0.005 (0.005)	0.007 (0.009)		
Passive × Number of searches			-0.027** (0.012)		
Quasi-active × Number of searches			-0.003 (0.013)		
Constant	-1.202*** (0.033)	-1.124*** (0.101)	-1.225*** (0.044)	-1.306*** (0.030)	-1.215*** (0.130)
Observations	25,981	25,981	25,981	25,981	25,981

リスク測定タスクにおいてどれだけ安全な選択肢を選んだかをリスク態度を表す指標として使用した。

(4) 列から, リスク測定タスクにおいて安全な (リスクが小さい) くじを選んだ数が多いほど (リスク回避的であるほど), 探索終了率が高い

(5) 列から, このようなリスク回避度の影響は受動デザインにおいてのみ顕著であることがわかる

- ▶ 探索終了率の違いは, リスク回避的な消費者が受動探索デザインでより早く探索を打ち切ることに起因していることが示唆される

モデル外要素：

- ▶ 受動デザインは、1. 事前に行動にコミットしなければならず、2. 事前思考が必要であり、また、3. 気が変わったとしても終了するために追加で費用を払う必要がある
- ▶ これらの要素が (リスク態度を通じて) 探索行動に影響を与えた可能性がある
 - > 現実でもこれらの要素が含まれる情報探索行動は多々ある ⇒ Optimal な探索行動を阻害しているかもしれない

時間:

- ▶ 不完全ではあるが、測定データは受動デザインの所要時間がむしろ短い傾向にあることを示唆している
 - > 思考負担はむしろ熟考しない方向に影響する可能性？

探索環境設計への含意：

- ▶ 数値の大小や search efficiency に主眼を置くときは、能動的探索環境の方が好ましい
 - > 過少探索の影響が最も小さい
- ▶ 費用が同じなら、代理人に探索（に係る意思決定）を委譲することはよくないかもしれない
 - > 専門化のご利益が大きい分野では委譲のご利益は大きそう
 - > Shopping PF などでは recommendation はあまりよくない可能性
- ▶ 実験応用例：政策評価、マーケティング分析

- ① Introduction
- ② The Model
- ③ Experimental Design
- ④ Results and Discussions
- ⑤ Conclusion**

探索実験で用いられてきた実験デザインを、意思決定への関与度合いに従って能動・準能動・受動の3つに分類・比較した。この研究で、

- ▶ 意思決定への関与度合いが低いデザイン (受動・準能動) ほどより探索に消極的になる
 - > 受動デザインではリスク回避的であるほど探索をより打ち切り易い。
 - > モデル外要素 (コミットメント・事前思考) の影響可能性

ことを示した。

- ▶ 探索環境設計を通じて人々の行動に影響を与えることが出来ることを示唆。
- ▶ 今後の探索実験に役立つ様々な結果を提供。

今後：今回の知見に基づき、PFの検索環境 (例: Ranking, BuyBox, recommendation) における操作の影響を確認する実験を実施し、政策的含意に繋げる。

被験者が最適探索ルールに従うなら過去に放棄した値には戻らない
(留保価値は一定)⇒ 過去の値より低い値で終了した件数を確認

Treat.	Number of Recall	Number of Obs.	Prevalence of recall (%)
Passive	245	2060	11.9%
Quasi-active	264	2060	12.8%
Active	231	2060	11.2%

- ▶ 被験者の 9 割弱の行動は提示した最適探索ルールと矛盾しない

6 Experimental Design (Risk-elicitation task)

Experiment screen

See instruction

- 600円(5%), 300円(95%) A B 900円(5%), 0円(95%)
- 600円(10%), 300円(90%) A B 900円(10%), 0円(90%)
- 600円(15%), 300円(85%) A B 900円(15%), 0円(85%)
- 600円(20%), 300円(80%) A B 900円(20%), 0円(80%)
- 600円(25%), 300円(75%) A B 900円(25%), 0円(75%)
- 600円(30%), 300円(70%) A B 900円(30%), 0円(70%)
- 600円(35%), 300円(65%) A B 900円(35%), 0円(65%)
- 600円(40%), 300円(60%) A B 900円(40%), 0円(60%)
- 600円(45%), 300円(55%) A B 900円(45%), 0円(55%)
- 600円(50%), 300円(50%) A B 900円(50%), 0円(50%)
- ⋮
- 600円(100%), 300円(0%) A B 900円(100%), 0円(0%)

OK

The symbol "円" refers to the Japanese Yen (1 Yen \approx 0.009 USD).

Multiple price list method (Hold and Laury, 2002, AER)

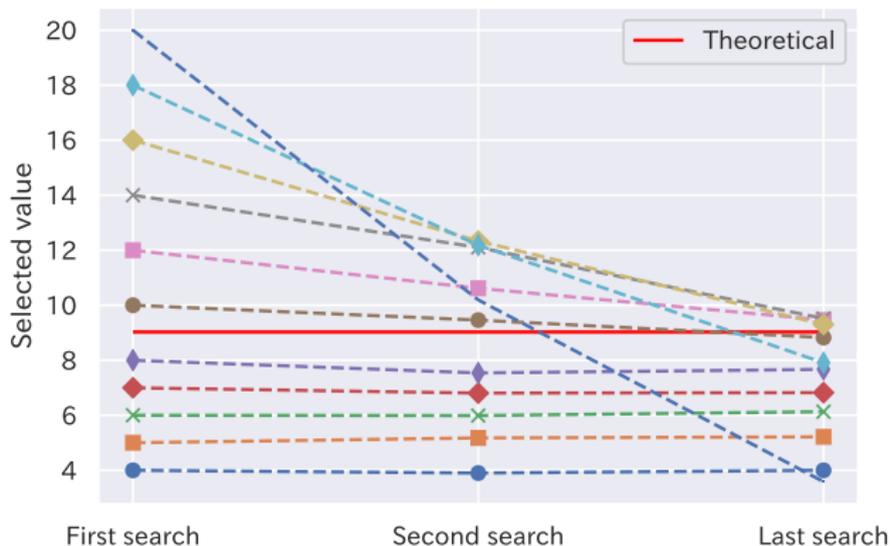
- ▶ 20 個のくじ
- ▶ 左のくじは分散が小さく (Safe), 右のくじは分散が大きい (Risky)
- ▶ 最初は左のくじの方が期待値が高いが, 真ん中以降は右側が高い
- ▶ どこでスイッチするかでリスク態度を引き出す

受動デザインは直接留保価値を観測できるので、どのような探索行動をとっているかを追跡できる

- ▶ 回毎に最初と最後の値の傾向を確認

傾向	観測数	割合	平均留保価値
(初回終了)	652	31.6%	7.12
同じ値	651	31.6%	8.91
最初より低い値	593	28.7%	9.87
最初より高い値	164	7.9%	9.97
Total	2060		(理論値:9.028)

- ▶ 最初より最後の方が選択値が低かったケースで (理論より) 留保価値が高い
 - > 留保価値高 ⇒ 探索回数大
 - > 割合も高いので、結果に大きな影響がある



最初の選択値が高いほど、最終的に低い値を選ぶ傾向

▶ 「挑戦ヒューリスティクス」

> 何ラウンド目であるかや特定個人の傾向はみられなかった
受動デザインはこの手の特殊な行動を特定するのに役立つ

- Bhatia, Sudeep, Lisheng He, Wenjia Joyce Zhao, and Pantelis P Analytis (2021) "Cognitive Models of Optimal Sequential Search with Recall," *Cognition*, Vol. 210, p. 104595.
- Brown, Meta, Christopher J Flinn, and Andrew Schotter (2011) "Real-time Search in the Laboratory and the Market," *The American Economic Review*, Vol. 101, pp. 948--974.
- Caplin, Andrew, Mark Dean, and Daniel Martin (2011) "Search and Satisficing," *The American Economic Review*, Vol. 101, pp. 2899--2922.
- Casner, Ben (2021) "Learning While Shopping: An Experimental Investigation into The Effect of Learning on Consumer Search," *Experimental Economics*, Vol. 24, pp. 238--273.
- Gabaix, Xavier, David Laibson, Guillermo Moloche, and Stephen Weinberg (2006) "Costly Information Acquisition: Experimental Analysis of A Boundedly Rational Model," *The American Economic Review*, Vol. 96, pp. 1043--1068.
- Jhunjhunwala, Tanushree (2021) "Searching to Avoid Regret: An Experimental Evidence," *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 189, pp. 298--319.
- Kittaka, Yuta and Ryo Mikami (2020) "Consumer Search and Stock-out: A Laboratory Experiment," *Discussion Papers at ISER Osaka University*.
- Miura, Takahiro, Keigo Inukai, Masaru Sasaki et al. (2017) "The Effect of Risk Attitudes on Search Behavior: A Laboratory Search Experiment," *Osaka University Discussion Papers In Economics And Business*, Vol. 17, pp. 1--16.
- Schotter, Andrew and Yale M Braunstein (1981) "Economic Search: An Experimental Study," *Economic Inquiry*, Vol. 19, pp. 1--25.
- Schunk, Daniel and Joachim Winter (2009) "The Relationship Between Risk Attitudes and Heuristics in Search Tasks: A Laboratory Experiment," *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 71, pp. 347--360.
- Zwick, Rami, Amnon Rapoport, Alison King Chung Lo, and AV Muthukrishnan (2003) "Consumer Sequential Search: Not Enough or Too Much?" *Marketing Science*, Vol. 22, pp. 503--519.