

ゲーム理論の射程

意思決定の研究から「経済学的ものづくり」へ

高知工科大学 経済・マネジメント学群
上條良夫

2016年1月5日
「環境とソーシャル」・「理工学のフロンティア」

不平等に見える状況は
本当に不平等なのか

次の状況で、AとBのどちらが有利だと思いますか？（ゲーム1）

- A君とB君とが一回だけじゃんけんをする
- 二人が同時に「グー」、「チョキ」、「パー」から一つ選ぶ
- 勝った人は1万円もらえる。負けた人は何ももらえない
- ただし、
- **あいこの場合はB君の勝ち**
- とする
- つまり、あいこの場合は、B君は1万円をもらえ、A君はなににももらえない
- A君とB君はともに獲得できる金額を大きくしたいと考えている

次の状況で、AとBのどちらが有利だと思いますか？（ゲーム2）

- A君とB君とが一回だけじゃんけんをする
- 二人が同時に「グー」、「チョキ」、「パー」から一つ選ぶ
- 勝った人は1万円もらえる。負けた人は何ももらえない
- ただし、今回は、
 - 「グー」であいこのときはA君の勝ち
 - 「チョキ」であいこのときはB君の勝ち
 - 「パー」であいこのときはB君の勝ち
- とする
- A君とB君はともに獲得できる金額を大きくしたいと考えている

ゲーム1の利得表による表現

B 君の選択

A 君の 選択

	ゲー	チョキ	パー
ゲー	0、 1	1、 0	0、 1
チョキ	0、 1	0、 1	1、 0
パー	1、 0	0、 1	0、 1

注 左の数字がA、右の数字がBの利得(獲得金額)を表す

ゲーム2の利得表による表現

B 君の選択

A 君の 選択

	ゲー	チョキ	パー
ゲー	1、 0	1、 0	0、 1
チョキ	0、 1	0、 1	1、 0
パー	1、 0	0、 1	0、 1

注 左の数字がA、右の数字がBの利得(獲得金額)を表す

戦略間の支配関係

- あるプレイヤーの二つの戦略(戦略1と戦略2)を考える
- 他のプレイヤーの戦略が何であろうとも、
- 戦略1のほうが戦略2よりも高いか等しい利得を与え、
- さらに他のプレイヤーの少なくとも一つの戦略に対しては高い利得を与えるとき、
- 戦略1は戦略2を(弱く)支配する、という
- このとき、戦略2は支配される、という
- 他の戦略によって支配されているような戦略は選ばない方がよい(なぜなら、それを支配している戦略を選んだ方がましだから)

- 壺の中には、グー、チョキ、パーのいずれかが書かれたボールがたくさん入っている。ただし、それぞれがいくつはいっているかはわからない
- あなたなら以下のくじ1とくじ2のどちらがほしい？
- 壺からボールを一つ出して、
 - くじ1 グーなら1万円、チョキなら1万円、パーなら0円
 - くじ2 グーなら1万円、チョキなら0万円、パーなら0円
- もらえる
- くじ1のほうがお得！

- 壺の中には、グー、チョキ、パーのいずれかが書かれたボールがたくさん入っている。ただし、それぞれがいくつはいっているかはわからない
- あなたなら以下のくじ1とくじ2のどちらがほしい？
- 壺からボールを一つ出して、
 - くじ1 グーなら1万円、チョキなら1万円、パーなら0円
 - くじ2 グーなら1万円、チョキなら0万円、パーなら0円
- もらえる
- くじ1のほうがお得！

ゲーム2の利得表による表現

B 君の選択

A 君の
選択

	グー	チョキ	パー
グー	1、 0	1、 0	0、 1
チョキ	0、 1	0、 1	1、 0
パー	1、 0	0、 1	0、 1

注 左の数字がA、右の数字がBの利得(獲得金額)を表す

- A のグーはパーを支配している
- ⇒ A のパーは支配されているので選ばれない(消去)

•

•

ゲーム2の利得表による表現

B 君の選択

A 君の
選択

	グー	チョキ	パー
グー	1、0	1、0	0、1
チョキ	0、1	0、1	1、0
パー	1、0	0、1	0、1

注 左の数字がA、右の数字がBの利得(獲得金額)を表す

- A のグーはパーを支配している
- ⇒ A のパーは支配されているので選ばれない(消去)
- B のチョキはグーを支配している
- ⇒ B のグーは支配されているので選ばれない(消去)

ゲーム2の利得表による表現

B 君の選択

A 君の
選択

	グー	チョキ	パー
グー	1、0	1、0	0、1
チョキ	0、1	0、1	1、0
パー	1、0	0、1	0、1

注 左の数字がA、右の数字がBの利得(獲得金額)を表す

- A のグーはパーを支配している
- ⇒ A のパーは支配されているので選ばれない(消去)
- B のチョキはグーを支配している
- ⇒ B のグーは支配されているので選ばれない(消去)

ゲーム2の利得表による表現

		B 君の選択	
		チョキ	パー
A 君の 選択	グー	1、0	0、1
	チョキ	0、1	1、0

注 左の数字がA、右の数字がBの利得(獲得金額)を表す

第二価格オークションの持つ 不思議な性質





家具好きな花子はあるブランド 椅子を欲しいと思っていた

- その椅子を保有している友人が花子に**10万円**で売却しても良いと提案してきた
- 友人から購入する前にインターネットを調べたところ、同じ椅子がオークションで出品されていた
- 花子は**10万円を支払えば確実に友人から椅子を購入できるので、花子の目的は10万以下のなるべく低い金額で椅子をオークションで落札することである**

- このとき、花子の椅子への評価額(椅子に対して払っても良いと考える限度額)は10万円
- 花子が椅子を落札したときの利得は
 - $\text{＝ 評価額(10万円) - 支払い額}$
- 例えば、7万円で落札すれば
- 花子の利得 $\text{＝ } 10 - 7 = 3$
- その一方で、落札できなければ、利得は0である

オークションの形式

- 公開型の競り上げ式(英国式)
- 公開型の競り下げ式(オランダ式)
 - オランダの花市場
- 封印型の第一価格
 - 参加者が主催者に封筒に入れて入札額を提出
 - 最も高い価格を提示した人が勝者
 - 勝者は、1番高い入札額(=自分の入札額)を支払う
 - 古書
- 封印型の第二価格
 - 参加者が主催者に封筒に入れて入札額を提出
 - 最も高い価格を提示した人が勝者
 - 勝者は、2番目に高い入札額を支払う
 - 切手

- 例えば、
 - A君の入札額が10(万円)
 - B君の入札額が8(万円)
 - C君の入札額が5(万円)
- のとき
- 封印型の第一価格オークションでは、
- A君が10万円を支払って商品を得る
- 封印型の第二価格オークションでは、
- A君が8万円を支払って商品を得る
- さて、どちらのオークションの方が優れているのだろうか

質問

- あなたが花子さんで、封印型の**第一価格オークション**で、ブランド椅子に入札を使用しています。あなたはいくらで入札しますか？
- あなたが花子さんで、封印型の**第二価格オークション**で、ブランド椅子に入札を使用しています。あなたはいくらで入札しますか？

- 花子の利得は
 - 勝者のときは $10 - \text{支払額}$
 - 敗者のときは 0
- 第一価格オークションのときの花子の利得を下
の表に記入してみよう



太郎の入札額



花子の
入札額

	5	7	9	11
6				
8				
10				
12				

注 赤字は最適反応であることを意味する

低い入札額は、落札時の利得は高いが、勝者になりにくい
高い入札額は、落札しやすいが、利得は低い

⇒ 何を入札するのが良いのかは相手の入札額次第

- 花子の利得は
 - 勝者のときは $10 - \text{支払額}$
 - 敗者のときは 0
- 第一価格オークションのときの花子の利得を下
の表に記入してみよう



太郎の入札額



花子の
入札額

	5	7	9	11
6	4	0	0	0
8	2	2	0	0
10	0	0	0	0
12	-2	-2	-2	-2

注 赤字は最適反応であることを意味する

低い入札額は、落札時の利得は高いが、勝者になりにくい
 高い入札額は、落札しやすいが、利得は低い
 ⇒ 何を入札するのが良いのかは相手の入札額次第

- 花子の利得は
 - 勝者のときは $10 - \text{支払額}$
 - 敗者のときは 0
- 第二価格オークションのときの花子の利得を下
の表に記入してみよう



太郎の入札額



花子の
入札額

	5	7	9	11
6				
8				
10				
12				

花子の戦略「10」は戦略「6」を支配している

花子の戦略「10」は戦略「8」を支配している

花子の戦略「10」は戦略「12」を支配している

⇒ 花子は10万円と入札するのが良い

- 花子の利得は
 - 勝者のときは 10 – 支払額
 - 敗者のときは 0
- 第二価格オークションのときの花子の利得を下
の表に記入してみよう



太郎の入札額



花子の
入札額

	5	7	9	11
6	5	0	0	0
8	5	3	0	0
10	5	3	1	0
12	5	3	1	-2

花子の戦略「10」は戦略「6」を支配している

花子の戦略「10」は戦略「8」を支配している

花子の戦略「10」は戦略「12」を支配している

⇒ 花子は10万円と入札するのが良い

第二価格オークションでは、真実を表明すれば良い

- 第二価格オークションでは、「10万円」＝「自身の評価額」を入札すれば良い
 - 他の金額を入札することは、10万円を入札することによって支配されている、という意味
- これは、先ほどの数値例において偶然的に成立した性質ではなく、第二価格オークションで常に成立する。
- つまり、封印型の第二価格オークションの参加者は、財に対する自分の評価額を入札すれば良く、相手の入札額を気にする必要が無い。
 - 第一価格オークションではこのような性質は成り立たない
- これを、第二価格オークションは戦略的操作に対する耐性がある、という

戦略的操作に対する耐性はなぜ 重要なのか

- 戦略的操作に対する耐性のメリット
 - 参加者はどのような入札をするべきなのかについて頭を悩ます必要が無い(意思決定のコストの削減)
 - ああしていれば良かった、というような後悔が発生する余地がない。
- デメリット(?)
 - 相手をうまく出し抜く、一か八かの選択、などのギャンブル性がなくなる

ヤフオク！の自動入札

- 自動入札とは、予算内でできるだけ安く落札できるように、ほかの入札者と競って自動的に再入札するしくみです。何度も入札する手間が省けます。
- 自動入札が働くしくみは以下の通りです。
- **最高入札額**で入札する
- 開始価格や現在価格に関係なく、落札時に支払える、予算の最高額を入力します。入力した金額は「自動入札の最高金額(最高入札額)」として設定されます。
- 実際の入札は、入札可能な最低金額から行なわれます。入札が可能な最低金額とは、入札者がいないオークションは「現在の価格」と同額、入札者がいるオークションは「現在の価格＋入札単位」です

- 自動入札が働く
- 入札者がいるオークションに入札する場合、最高入札額を上限として、相手の最高入札額を上回るまで、入札単位ずつ価格を上げて自動的に再入札します。
- あなたが最高額入札者のオークションにほかの人が入札してきた場合は、あなたの最高入札額を上限として、相手が入札するたびに入札単位ずつ価格を上げて自動的に再入札します。

(ヤフオク！ヘルプより)

以下のケースで何が起こる

- 現在の価格が「300円」、ほかの人が最高入札額「700円」で入札中のオークションに、あなたが最高入札額「1000円」で入札した場合
- 現在の価格が「300円」、ほかの人が最高入札額「700円」で入札中のオークションに、あなたが最高入札額「500円」で入札した場合

以下のケースで何が起こる

- 現在の価格が「300円」、ほかの人が最高入札額「700円」で入札中のオークションに、あなたが最高入札額「1000円」で入札した場合

あなたが 700円＋入札単位 で購入できる

- 現在の価格が「300円」、ほかの人が最高入札額「700円」で入札中のオークションに、あなたが最高入札額「500円」で入札した場合

以下のケースで何が起こる

- 現在の価格が「300円」、ほかの人が最高入札額「700円」で入札中のオークションに、あなたが最高入札額「1000円」で入札した場合

あなたが 700円＋入札単位 で購入できる

- 現在の価格が「300円」、ほかの人が最高入札額「700円」で入札中のオークションに、あなたが最高入札額「500円」で入札した場合

ほかの人が 500円＋入札単位 で購入できる

自動入札によって、ヤフオク！は封印型の第二価格オークションに近似

- 自動入札があるとき、
 - 最も高い最高入札額を設定した人が勝者
 - 勝者は、2番目に高い最高入札額 + α を支払う
- よって、ヤフオク！では、最高入札額に自身の評価額を設定して、後は何もする必要は無い

Google はいったい何を
どのように売っているのか

Google の売り上げの大部分は 広告収入

- 検索連動型広告オークションからの収入は、検索エンジン(を運営する会社)の大きな収入源。
 - Google のオークション収入
 - 2005年 60億ドル
 - 2007年 164億ドル

オークションで、広告の掲載場所と広告料金が決まる



保険 種類



すべて

画像

ショッピング

ニュース

動画

もっと見る ▼

検索ツール

約 28,600,000 件 (0.50 秒)

他のキーワード: 保険 種類 国民健康保険 保険 ランキング 保険 種類 健康保険

自分に合った保険、選べますか? - aflac.co.jp

広告 www.aflac.co.jp/ ▼

まずはアフラックの店舗で相談! 何度でもプロと相談できるから安心

WEBでカンタン予約・近くの店舗を探す・相談無料・キッズスペース完備

ぴったり保険診断

4つの質問に10秒で答えて、

あなたにぴったりの保険を診断。

最寄店を探す

全国のアフラック店舗一覧から、

近くの店がすぐに探せて予約できます

生命保険の種類と特徴 | やさしい保険講座 | 保険見直し本舗

<https://www.hokepon.com/learning/category/> ▼

保険にはさまざまな種類がありそれぞれ違った特徴があります。各保険の詳しい内容やしくみ、選び方のポイントをわかりやすく解説しています。生命保険などの見直し相談で最適な保険プランをご提案! 生命保険の無料相談は【保険見直し本舗】

変額保険 - 特約の種類と選び方 - 個人年金保険 - 一般的な医療保険

広告

メットライフ生命の生命保険

www.metlife.co.jp/ ▼

本当に必要な保障内容と保険料を
ネットでシミュレーション。

比較で選ぶガン保険なら楽天

www.rakuten-life.co.jp/ ▼

楽天生命だから実現できた驚きの保険料!
88%のご契約者が保険料の削減を実感

保険を見直しならまずは無料相談

www.hokepon.com/ ▼

相談無料は何度でも! だから納得安心
保険見直し本舗にまずはご相談ください。

生命保険 種類

www.moneyranks.com/ ▼

- Google で検索が行われるたびに、AdWords では自動的にオークションが行われ、**検索結果ページに表示される広告と掲載順位が決まります**。このオークションに入札するには、まず**入札単価**の設定方法（単価制）を決める必要があります。
- クリック単価制をご利用の場合、設定いただく**上限クリック単価**を基に、**1回のクリックあたりの課金額が決まります**。
- この上限クリック単価は、広告の 1 回のクリックに対してお支払いいただく上限額です。
- ただし、実際にお支払いいただく額は、**毎回の広告掲載順位を確保したり**、特定の広告フォーマットで広告を表示したりするために必要な最低限の額になります
- このため、**実際のお支払い額は上限クリック単価よりも少なくなることがほとんどです**。実際にお支払いいただく金額は、**実際のクリック単価**と呼ばれます

AdWords ヘルプより

<https://support.google.com/adwords/answer/1704424?hl=ja>

キーワード広告は、一般化第二価格 (GSP)オークションで販売されている

- 広告主は、キーワードに対して**入札額**を決める。
- 自主的に変更しない限り、入札額は提示され続ける。
- オークションは、検索エンジン利用者がそのキーワードで検索した瞬間に行われる。
- 広告主たちの広告が、**入札額の大きい順に上から表示**される。
- 広告費用は、**広告がクリックされるごとに課金**され、その金額はそのときの入札額のプロフィールによって定まる（現行は、**一般化第二価格オークション**）。

モデル

- N. 広告主(Advertiser, Bidder)の人数
- K. 広告枠の数。
 - 広告枠1, 広告枠2, ..., 広告枠 K
 - $N \geq K$
- α_k は、広告枠 k の click through rate (CTR) を表す。単位時間にどれくらいクリックされるのか
- $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_4 > \dots > \alpha_K$
- $\alpha_k = 0$ if $k > K$.

モデル

- v_i . 広告主 i の一クリックにつき期待できる収益(**value**, **評価額**)
- b_i . 広告主 i の入札額
- $\mathbf{b}=(b_1, \dots, b_N)$. 入札額のプロフィール。
- $d(k)$
 - $\mathbf{b}=(b_1, \dots, b_N)$ を所与として、 k 番目に高い入札額をしている広告主の名前を表す。

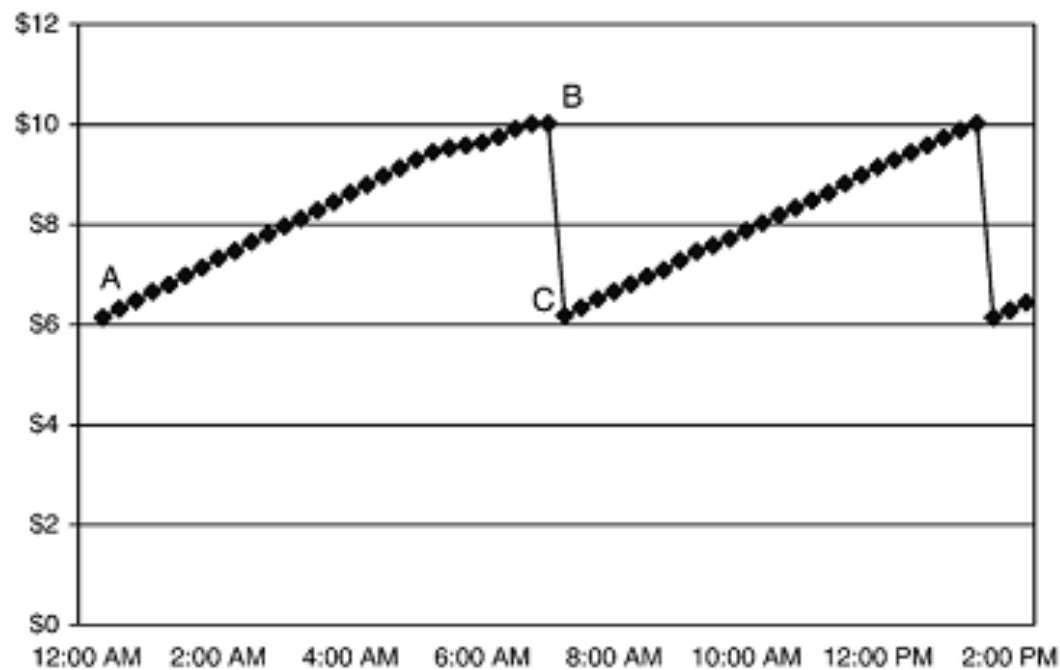
モデル

- キーワードオークションでは、入札額のプロフィール $\mathbf{b}=(b_1, \dots, b_N)$ に対して、次のように広告枠の割り当てられ、広告料が決定される。
- 広告主 $d(k)$ が広告枠 k を獲得する。(入札額の降順に上位広告枠が割り当てられていく)
- **一般化第二価格オークション(現行制度)**
 - 広告主 $d(k)$ は彼の広告が一回クリックするにつれて、 $d(k+1)$ の入札額を支払う。つまり $b_{d(k+1)}$ を支払う。
- **一般化第一価格オークション(旧制度)**
 - 広告主 $d(k)$ は彼の広告が一回クリックするにつれて、自身の入札額を支払う。

一般化**第一価格**オークション

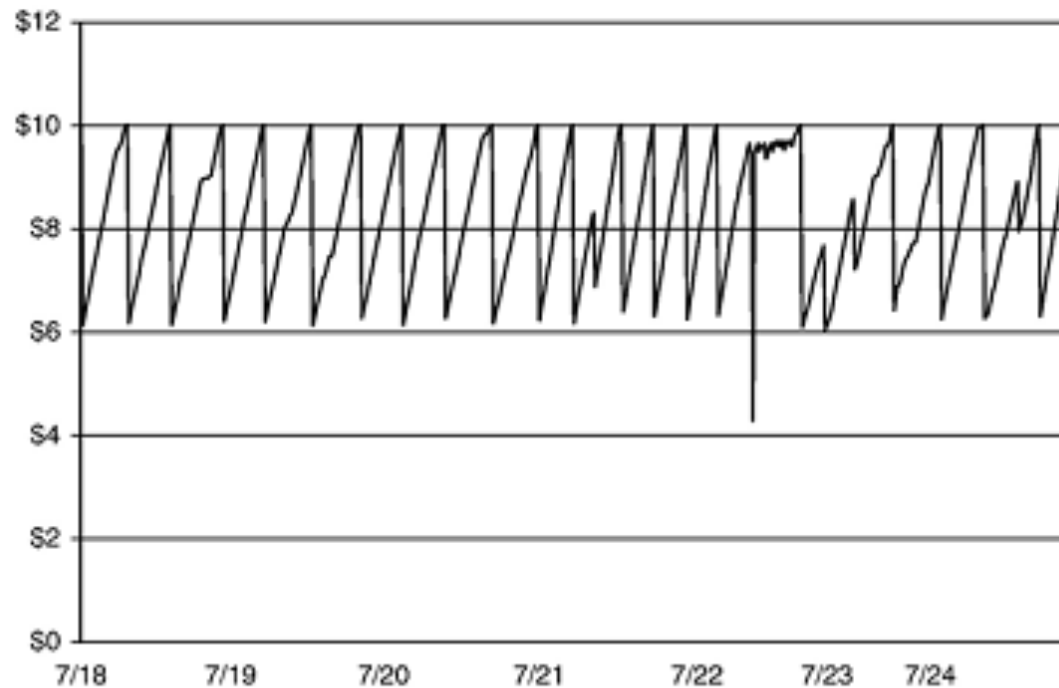
- 1997年から2002年まで Overture (Yahoo! の一部門) において採用されていた広告料の決定ルール。
- 広告主は、広告がクリックされるごとに、**自分の入札額**を支払う。
- 一般化第一価格(GFP)オークションとよばれる。
- 最も自然な支払いルールのように思える。

GFP では広告主たちの入札行動は 特定のパターンを示す



(a) 14 hours

GFP では広告主たちの入札行動は 特定のパターンを示す



(b) 1 week

GFP にはナッシュ均衡が存在しないことが問題である

- 広告主たちの入札行動は循環して、特定の値で落ち着くことはしない。
- 一つの解答。当該状況を、完備情報の標準形ゲームとして捉えると、このゲームにはナッシュ均衡（互いに最適反応を取り合うような戦略の組）が存在しない（ことが多い）。
- 例
 - $N=K=2$, 最低価格 = 1.
 - $v_1=10$, $v_2=8$
 - $\alpha_1=5$, $\alpha_2=1$

均衡の非存在は、検索エンジンの収入を低くする可能性あり

- 入札行動が複雑化することは次の二つの意味で検索エンジンにとって面白くない。
 - 広告収入の直接的な低下につながる可能性が高い。(Edelman and Ostrovsky 2007)
 - 広告主たちに入札行動を設定する上で、過剰な意思決定に関するコストを要求することになる。
→ 広告主数の減少につながる。
- 以上の点より、他の支払いルールを考案する必要が高まる。

一般化第二価格オークション

- 支払額を自分の入札額に依存させると、支払額を下げるために入札額を下げる動機が生まれる。これが均衡が存在しにくい理由である。
- ならば、支払額を自分の入札額に直接的には依存させなければいい。

- 広告主は、広告がクリックされるごとに、自分より一つ下の広告枠を獲得している広告主の入札額を支払う。
- 一般化第二価格(GSP)オークションとよばれる。
- しばしば、広告主は現在獲得している広告枠を保有し続けるための最低金額を支払う、と説明される。
- こうすれば、自分の支払額は、自分の入札額には依存しなくなる。(入札額は獲得する広告枠を決定するだけである。)

GSP にはナッシュ均衡が存在

- 当該状況を、完備情報の標準形ゲームとして捉えると、このゲームには(たくさんの)ナッシュ均衡が存在する。
- よって、ナッシュ均衡が存在するのかどうか、という点の比較から考えれば、GSPはGFPの問題点を解決できることが期待できる。

GSP が現行ルール

- 一般化第二価格オークションは、2002年から Google AdWords が採用した支払いルール。
- その後、Yahoo!/Overture も一般化第二価格オークションに移行。
- 現時点でも、Google、Yahoo! とともに GSP を採用し続けている。

GSP の課題

- 1財のケースとは異なり、GSP は戦略的操作に対する耐性はない
- 当該状況において、**自分の真の評価額を表明することが常に得になる**ようなオークションの形式は存在している。
- **VCG (Vickrey 1961, Clarke 1971, Groves 1973)メカニズム**とよばれる。
- GSP と VCG の理論と実験による比較研究
 - Fukuda, Kamijo, Takeuchi, Masui, Funaki, "Theoretical and experimental investigation of performance of keyword auction mechanisms," *RAND Journal of Economics* 44(3), Fall 2013, Pages 438-461
 - 以下、当該論文の概要の解説

GSP と VCG の支払額の比較

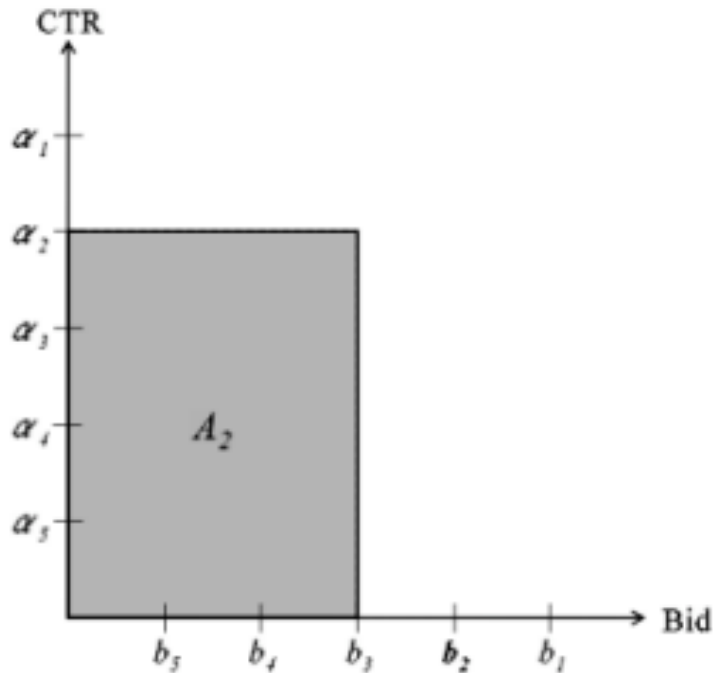


Figure 1: The payment of advertiser 2 in the GSP ($N = K = 5$)

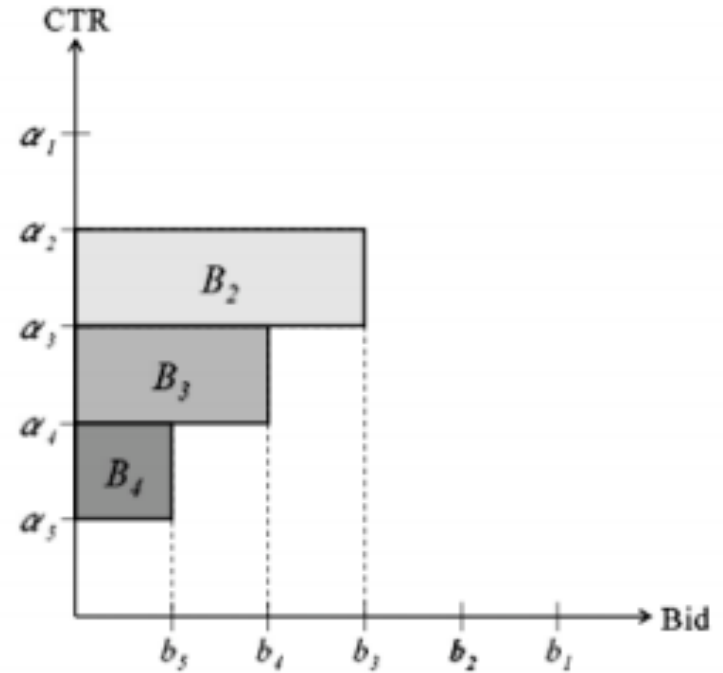


Figure 2: The payment of advertiser 2 in the VCG ($N = K = 5$)

実験社会科学

実験経済学の目的(Roth, 1995)

－ 王子の耳にささやく

- ・ 社会経済制度の設計や政策決定のための検討材料の提供

川越敏司 『行動ゲーム理論入門』

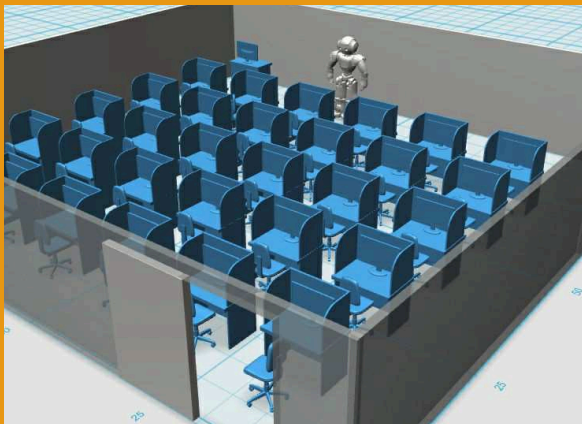
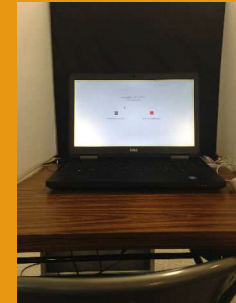


香美キャンパスの集団実験室には、ネットワークで結ばれた24台のWindowsマシンが設置されています。各席は取り外し可能な仕切りで区切られており、匿名性を保持したまま、他者との相互作用を行う実験が実施可能です。

集団実験室 (香美)

最大参加人数：24名

設備：プロジェクタ、ホワイトボード

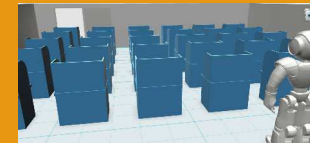


永国寺キャンパスの集団実験室には、ネットワークで結ばれた30台のWindowsマシンが導入される予定です。個々の席が独立しており、任意の位置に動かすことが可能で、スタンダードな経済実験のみならず、集団討議の実験など、自由度の高い運用が可能です。

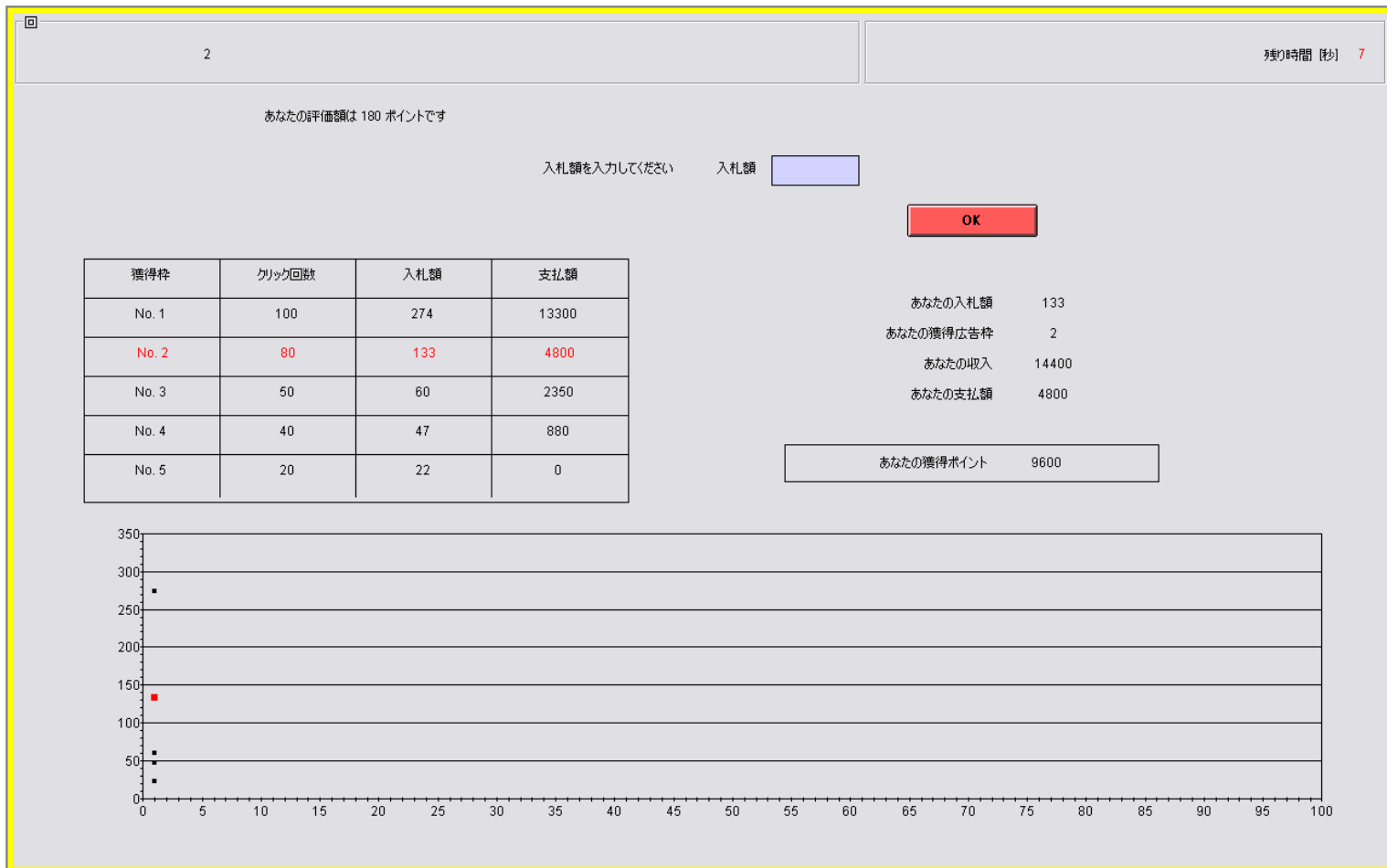
集団実験室 (永国寺)

最大参加人数：30名

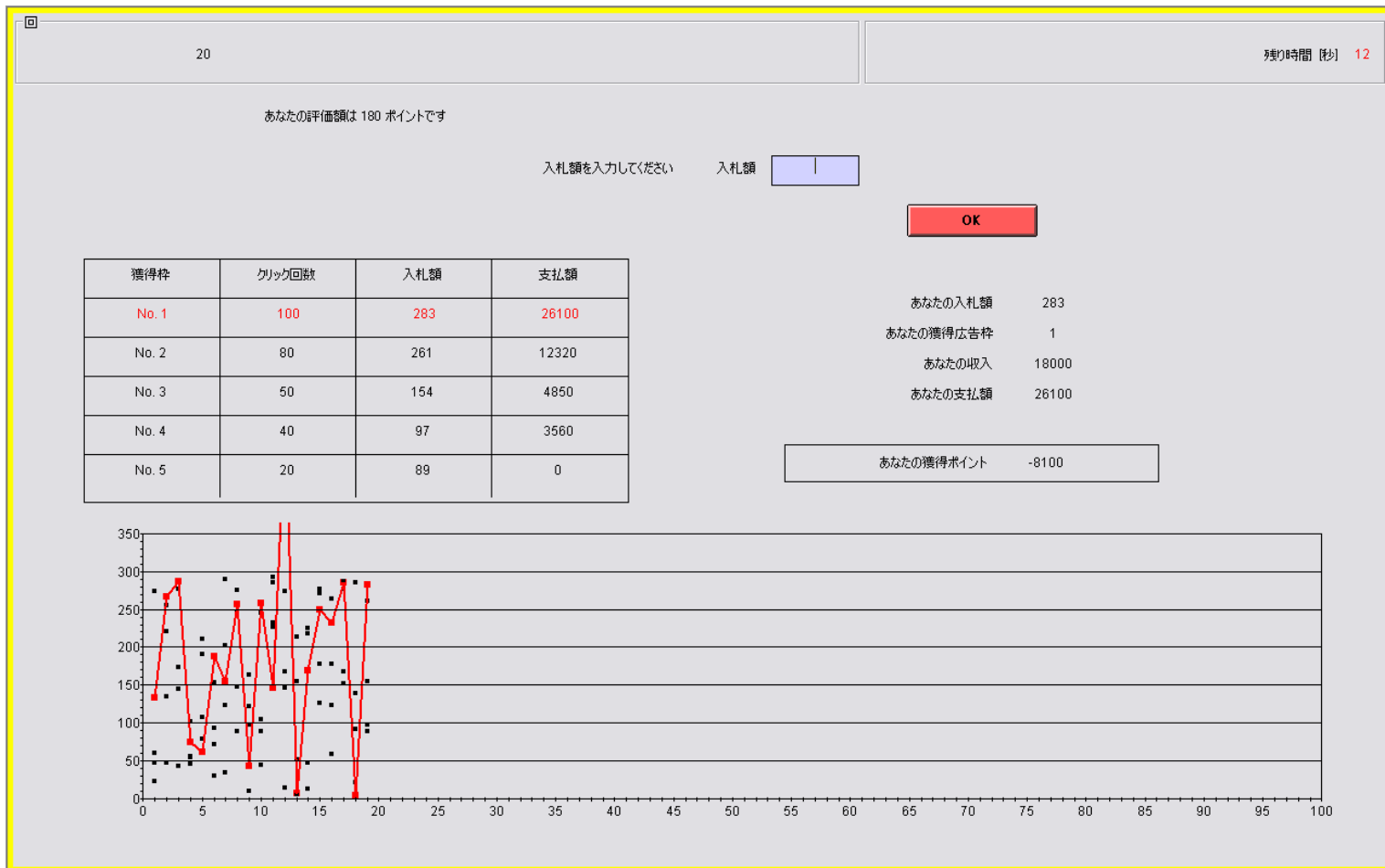
設備：プロジェクタ、ホワイトボード



実験の画面

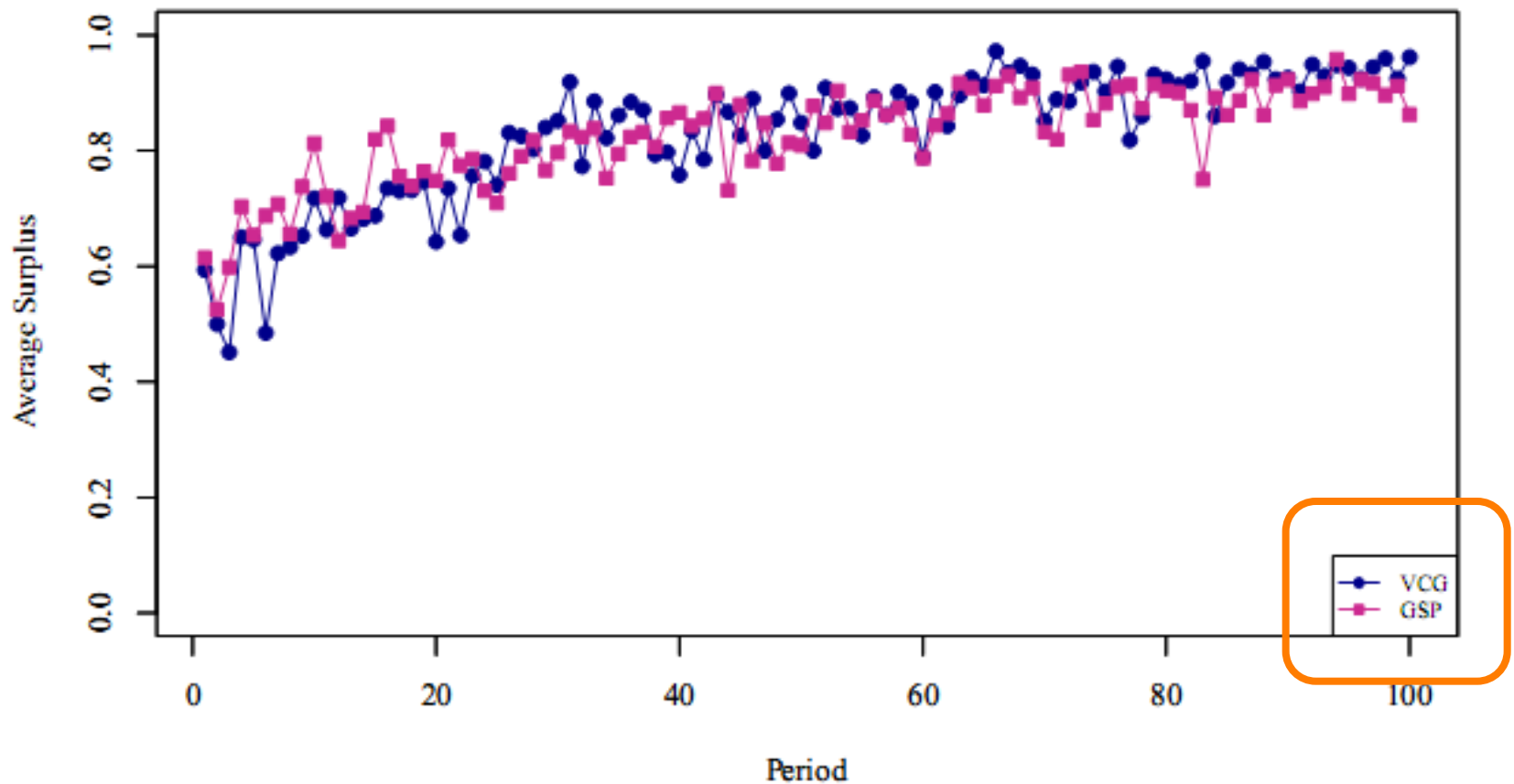


実験の画面



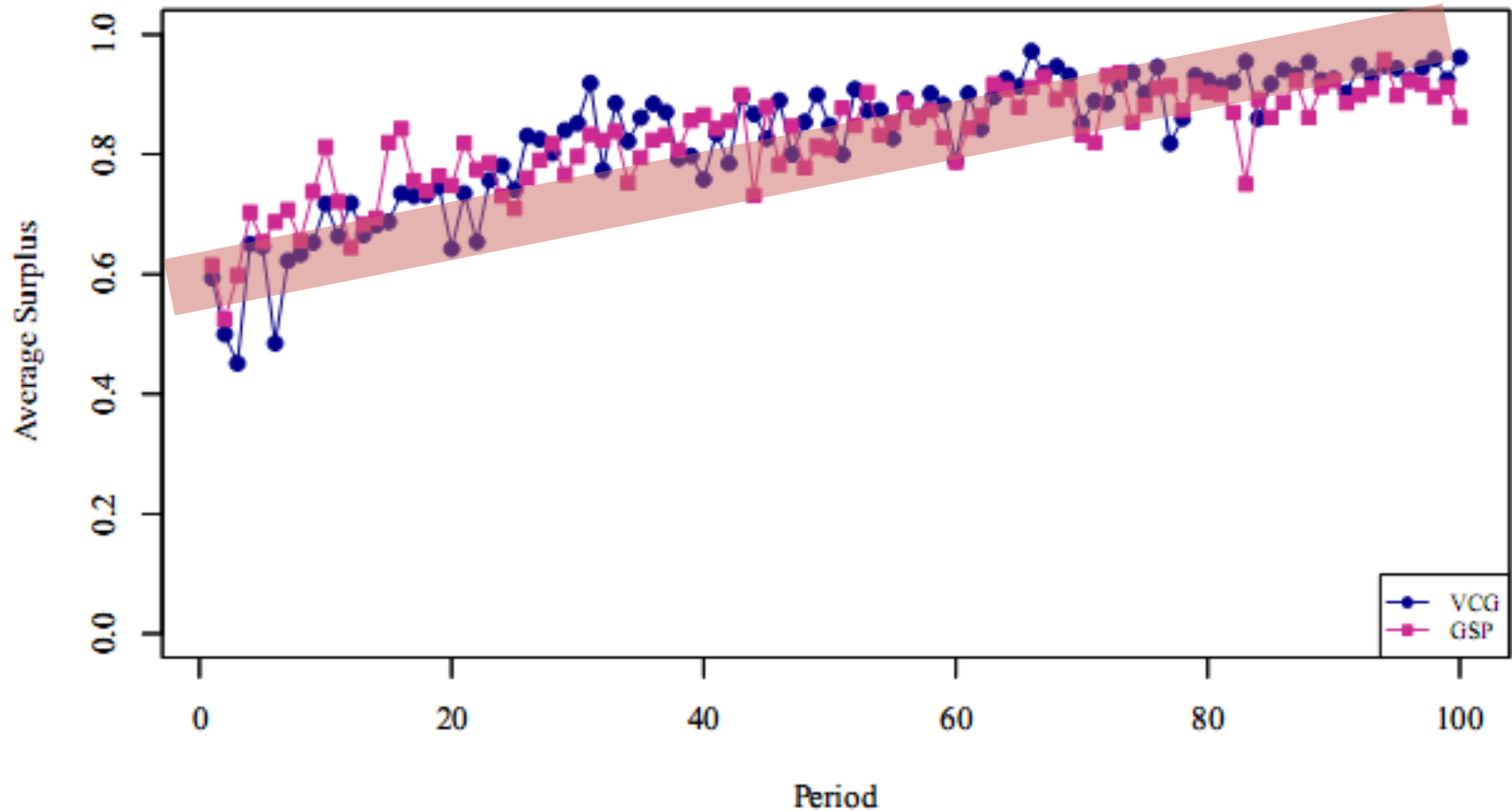
実験結果1-1

効率性に有意な差は見られない



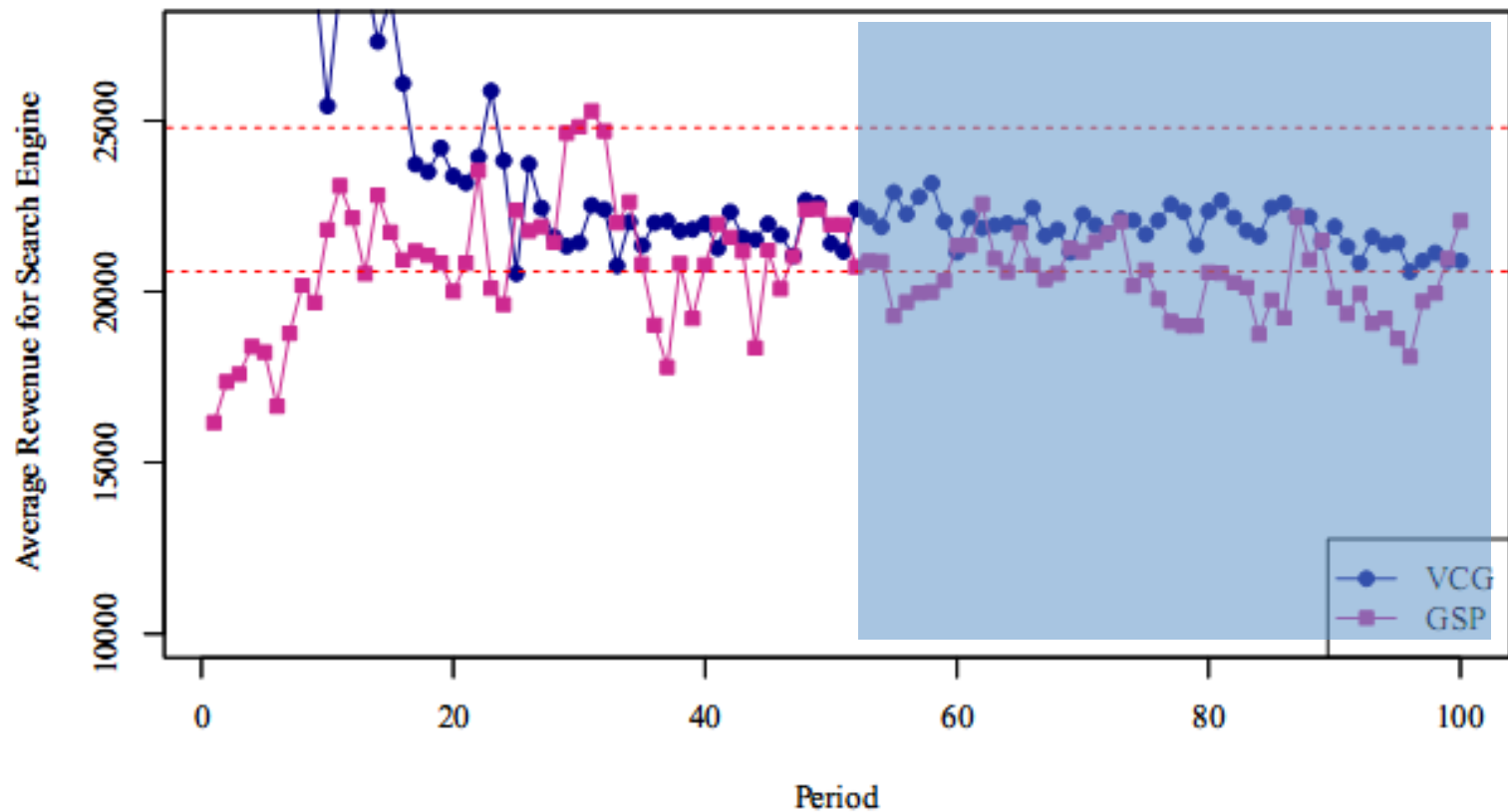
実験結果1-2

繰り返しにより効率性は改善する



実験結果2-1

収入に有意な差はみられない



実験結果2-2

収入の大部分は理論予測内に入る

