

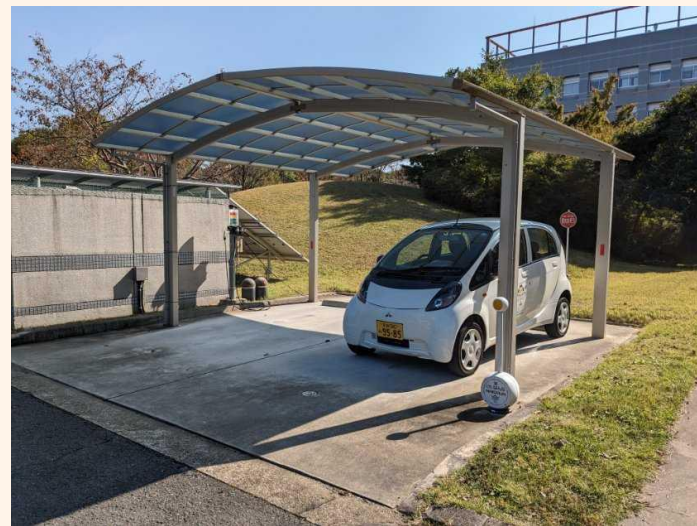
# モビリティオークションのユーザビリティと 車両割り当てを改善するシステム開発

実証的ソフトウェア工学研究室  
22W2056A 鈴木 涼平

# NAISTモビリティオークション実証実験の紹介

- 奈良先端科学技術大学院大学（NAIST）で2020年から行われているカーシェアリングの実証実験
- 車5台、駐車場2台、登録ユーザー数132人で運用
- 1か月あたりの入札回数：1283回（2023年11月）
- 車の使用回数：435回（2023年11月）
- 車の使用時間：1877時間（2023年11月）
- 仮想通貨（トークン）を用いて入札

目的：車という限りある共有資源をより  
多くの人に効率よく分配する



# なぜオークション形式を採用しているのか？

- 一般的なカーシェアの問題点：様々な需要に対応できない
  - ユーザーのニーズは様々、車が1台しかない時に誰に割り当てるのが最適か？
  - システムとしてこれらの需要を把握し、最適な割り当てを計画するのは容易ではない

12時半までに  
駅に到着したい

今日か明日のどちらかに  
スーパーに行きたい

午後に  
ラーメン屋に行きたい

車か電車のどちらかで  
移動したい

# なぜオークション形式を採用しているのか？

- → **オークション形式**にすることで需要を把握
  - 各ユーザーの入札額をもとに最適な割り当てを決定

12時半までに  
駅に到着したい

→\$10入札

今日か明日のどちらかに  
スーパーに行きたい

→\$3入札

午後に  
ラーメン屋に行きたい

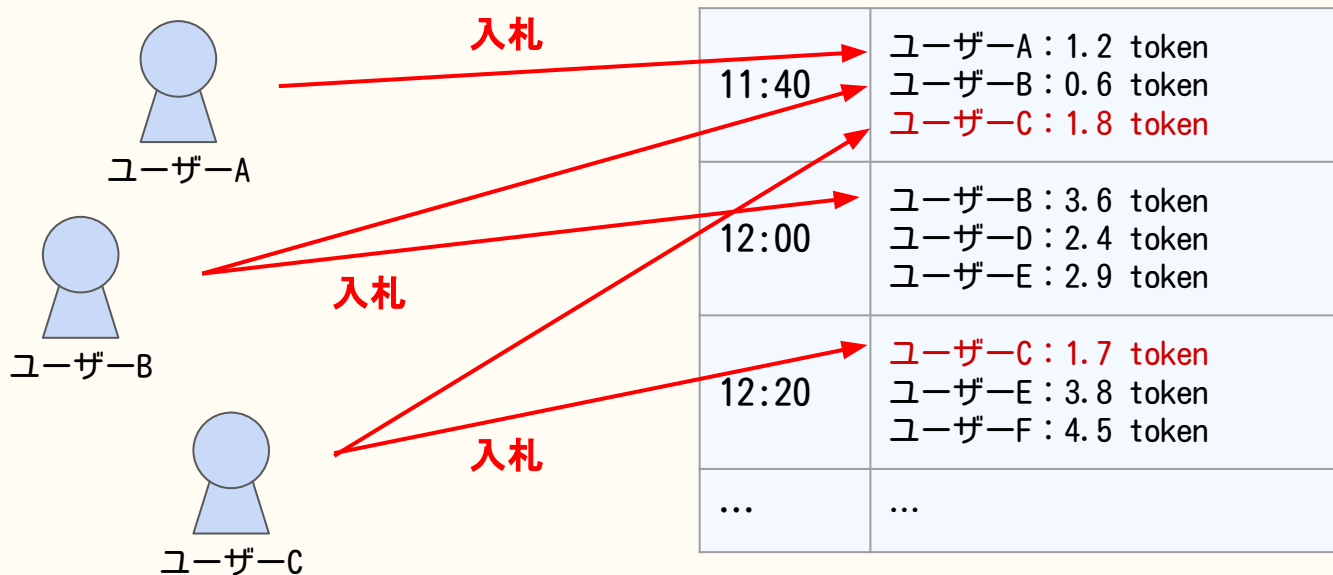
→\$5入札

車か電車のどちらかで  
移動したい

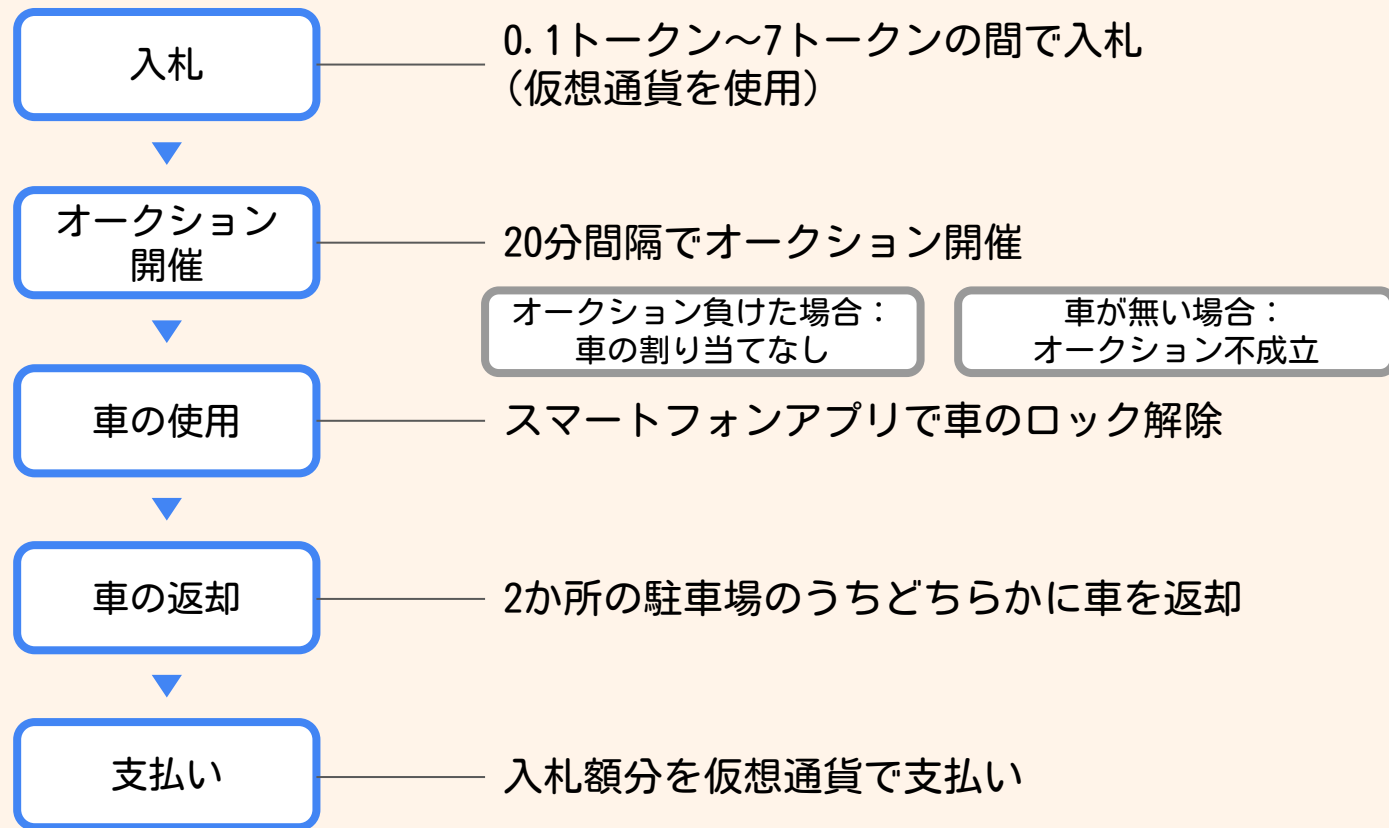
→\$1入札

# 現状のオークションによる車の割り当て方法

- オークションは毎日、20分間隔で開催
- ユーザーは仮想通貨を毎週最大7トークン入札に使う事ができる
  - 7トークンを1回入札してもいいし、1トークンを7回入札してもいい



# NAISTモビリティオークションの利用方法



# NAISTモビリティオークションにおける2つの課題

## 1. ユーザビリティに関する課題

- 直近のオークションに入札されやすく、事前に最適な割り当てを計画することが難しい

## 2. 車両割り当てに関する課題

- 従来のアルゴリズムでは、車を長時間占有するが実際に乗車していないユーザー行動がみられる

# 1. ユーザビリティに関する課題

## 従来のユーザーインターフェースの問題点

- 入札額が設定しづらい
- 5時間後や1日後といった未来への入札を行う方法が分かりづらい
- 入札画面と車の操作画面、ユーザー情報画面が分離されておらず、画面が複雑

→ユーザーは直近の時刻にしか入札を行わない傾向  
入札が十分に集まらず、事前に最適な割り当てを  
計画することが難しい

従来のインターフェース▶

The screenshot displays a web interface for a bidding system, organized into three main sections:

- bidding**: This section contains a form for placing a bid. It includes dropdown menus for "parking lot" and "exclusive time", a "date" input field, and a series of five horizontal sliders. Each slider represents a time slot (00:00, 00:20, 00:40, 01:00, 01:20) with a numeric input for the bid amount (e.g., "3"). A "bid" button is located at the bottom of this section.
- bids**: This section is currently empty, intended for displaying the results of the bidding process.
- key manipulation**: This section contains dropdown menus for "slot" and "car", and a prominent blue "START" button at the bottom.

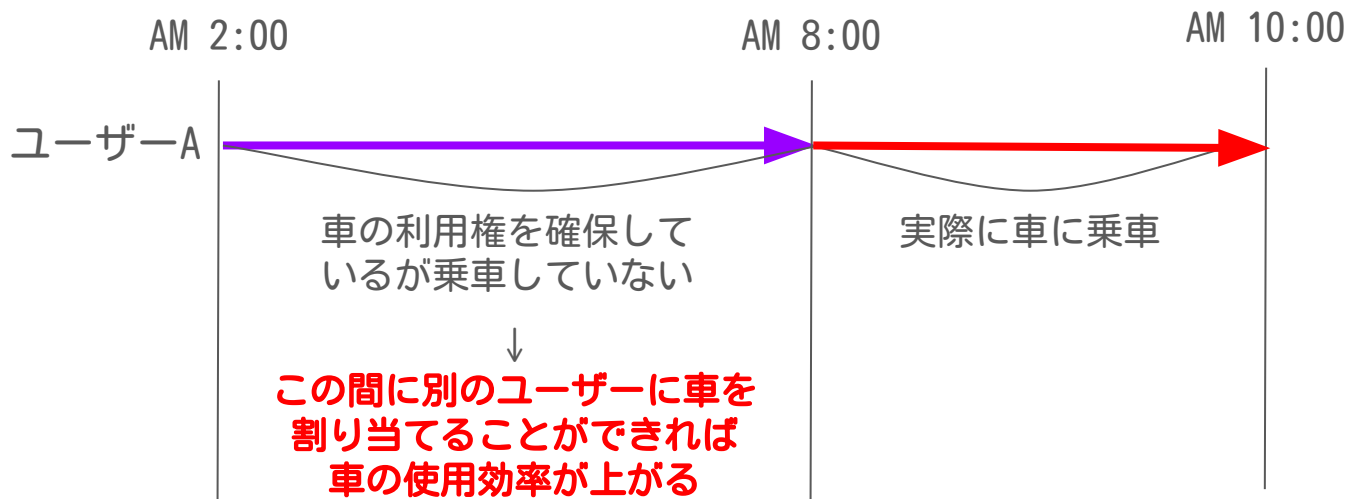


## 2. 車両割り当てに関する課題

現在のシステム：車両の返却時刻は**ユーザー次第**（いつでもよい）

→ 一部のユーザーは、実際に使いたい時間帯の数時間前から車の利用権を確保し、**長時間占有**

ユーザーが車の利用権を事前に確保する行動パターン



## 2. 車両割り当てに関する課題

- 現状のオークションアルゴリズムの問題点  
＝ 一部のユーザーが車を長時間占有

→オークションアルゴリズムに入札額以外の要素を取り入れ、  
車両割り当てを改善したい

# 開発

ユーザビリティに関する課題と車両割り当てに関する課題の2点についての改善を行うため、以下の内容のモビリティオークションシステム全体のシステム開発を行い、2023年12月にリリース

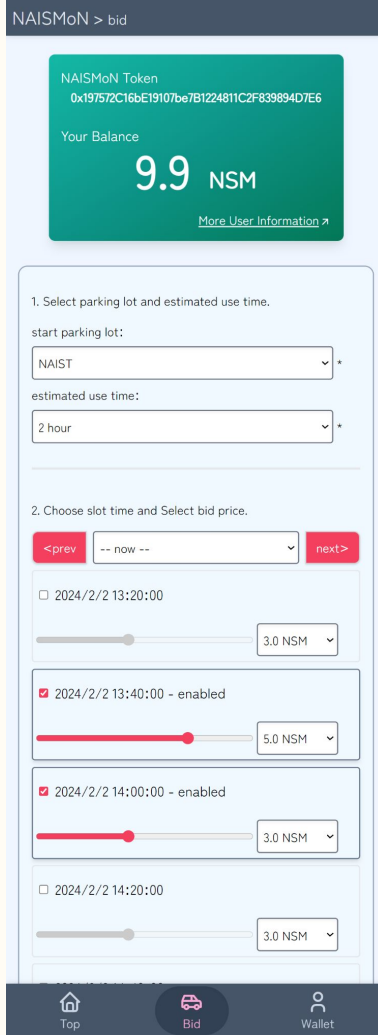
1. ユーザビリティに関する開発
2. 車両割り当てに関する開発

# 1. ユーザビリティに関する開発

- 入札に使用しているWebアプリについて、全体的に再実装
- TypeScript + Deno + Fresh + twind + deno deployで開発

## 変更点

- 画面を「入札画面」「車の操作画面」「ユーザー情報画面」に分割
- ボタンの配置や操作方法の変更などで、使いやすさを向上
- 入札額を後から変更可能に（再入札機能）
  - 「前のオークションで負けたので次のオークションの入札額を上げる」のような事が可能に



# 1. ユーザビリティに関する開発

## ● 入札画面

- 複数時間帯に一括入札可能
- スライダーで入札額を調整

2. Choose slot time and Select bid price.

The screenshot displays a bidding interface with the following elements:

- Navigation buttons: "<prev" (red), "-- now --" (white with red border), and "next>" (red).
- Four bidding slots, each with a checkbox, a time slot, and a bid price slider:
  - Slot 1: ☒ 2023/12/21 9:40:00 - enabled. Slider value: 0.8 NSI.
  - Slot 2: ☐ 2023/12/21 10:00:00. Slider value: 3.0 NSI.
  - Slot 3: ☒ 2023/12/21 10:20:00 - enabled. Slider value: 5.1 NSI.
  - Slot 4: ☒ 2023/12/21 10:40:00 - enabled. Slider value: 0.5 NSI.

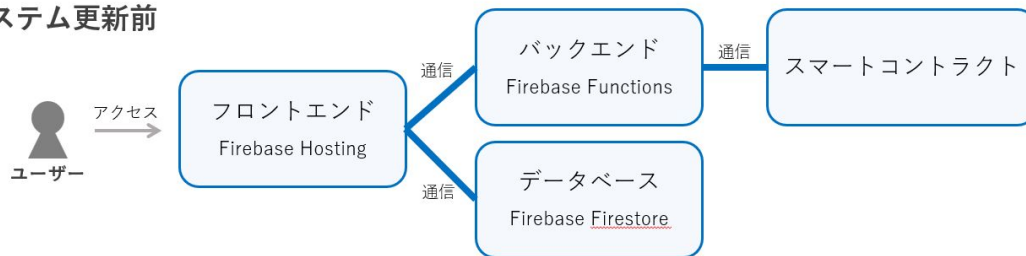
Red rectangular boxes highlight the checked status checkboxes, the time slot text, and the bid price slider controls for the first, third, and fourth slots.

## 2. 車両割り当てに関する開発

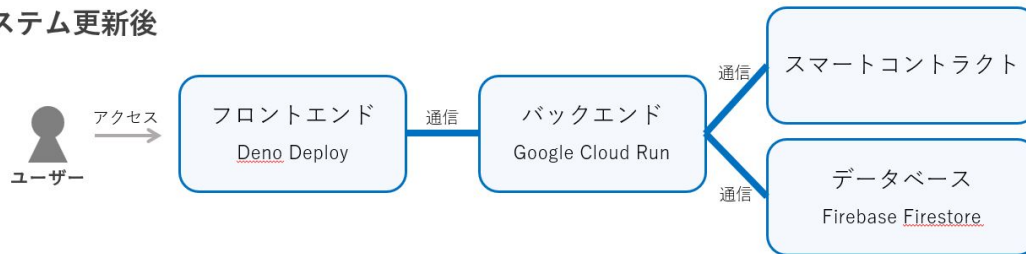
2023年12月のシステム更新でサーバー側についてもシステム更新を行った

- Cloud Run + TypeScript + express + Firebaseで再実装
- オークションアルゴリズムを変更

システム更新前



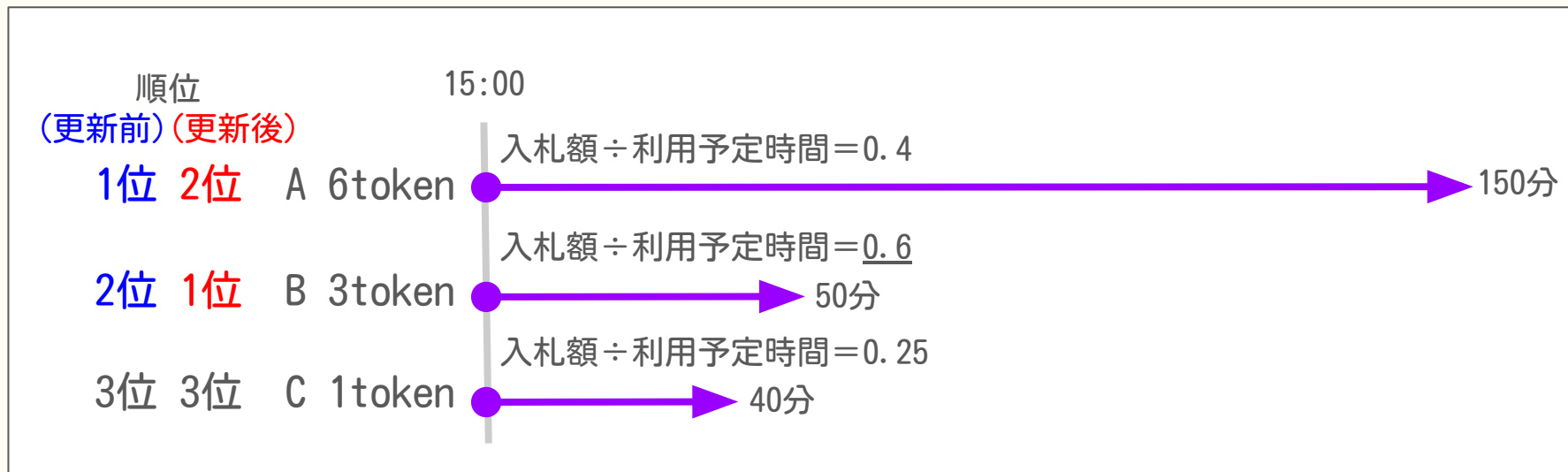
システム更新後



## 2. 車両割り当てに関する開発 オークションアルゴリズムの変更について

- 更新**前**のアルゴリズム＝「入札額が高い順」に車を割り当て
- 更新**後**のアルゴリズム＝「 $(\text{入札額} \div \text{利用予定時間})$ が高い順」に車を割り当て

→アルゴリズムに利用予定時間を組み込むことで、長時間の占有を防ぐ



# 評価

システム開発を行った結果を評価するため、以下の内容进行分析

1. システム更新前後のユーザー動向
2. ユーザビリティ改善に関する評価
3. 車両割り当て改善に関する評価



# システム更新前後のユーザー動向

アクティブユーザー数の推移



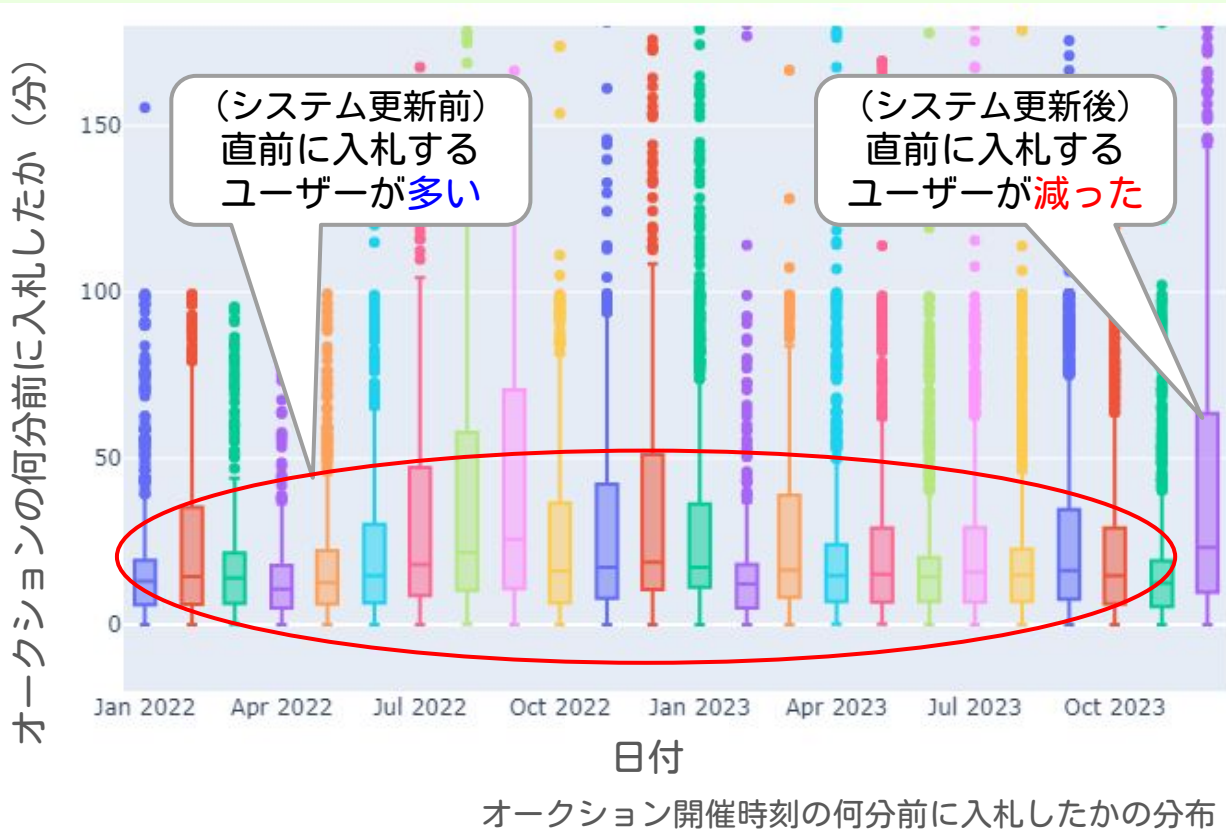
## 更新後の前年同月比

- アクティブユーザー数：7.7%増
- 入札回数：16%減
- 1乗車当たりの移動距離：1%減

→基本的なシステム利用形態についてはシステム更新前後でほぼ変化なし 17

# ユーザビリティに関する変更の評価 (入札時刻の分析)

- ユーザーがオークションの何分前に入札したかについて調査



## ユーザビリティに関する変更の評価（入札時刻の分析）

- システム更新前の1か月：20分以上前に行われた入札は全体の21%のみ  
→8割近くの入札が直近に開催されるオークションに集中
- システム更新後の1か月：20分以上前に行われた入札は全体の51%  
→約半数の入札が直近に開催されるオークション以外への入札

→インターフェースを更新したことで、直近に開催されているオークションだけでなく20分以上後に開催されているオークションにも入札するようにユーザー行動が変化

# ユーザビリティに関する変更の評価（再入札機能について）

入札額を後から変更する機能（再入札機能）が使われたかどうか調査

- 全947件の入札のうち、**3.6%**にあたる34件が再入札
- 開催された687件のオークションのうち、再入札があったオークションは**1.6%**にあたる11件
- 再入札したことでオークション結果が変わった例は**無かった**

→再入札はあまり行われなかった。再入札機能は有効活用されていない

考えられる原因：現在は他人の入札額を知ることができない。

→他人の入札額を通知する機能などを追加すれば、再入札機能を使って適正な価格で入札できるのではないか。

# 車両割り当てに関する評価（アルゴリズム変更について）

- 変更**前**のアルゴリズム：入札額が高い順に車を割り当て
- 変更**後**のアルゴリズム：（入札額÷車の利用時間）が高い順に車を割り当て

システム更新後の入札データに対して、変更前と変更後の両方のアルゴリズムを適用し、車の割り当てが変化するか比較して分析

ユーザー	入札額	車の利用時間	入札額÷車の利用時間	従来アルゴリズム における順位	新アルゴリズムに おける順位
A	5.7	1020分	0.00559	1	2
B	0.1	420分	0.000238	3	4
C	3.3	300分	0.0110	2	1
D	0.1	60分	0.00167	4	3
E	0.1	600分	0.000167	5	5

## 車両割り当てに関する評価（アルゴリズム変更について）

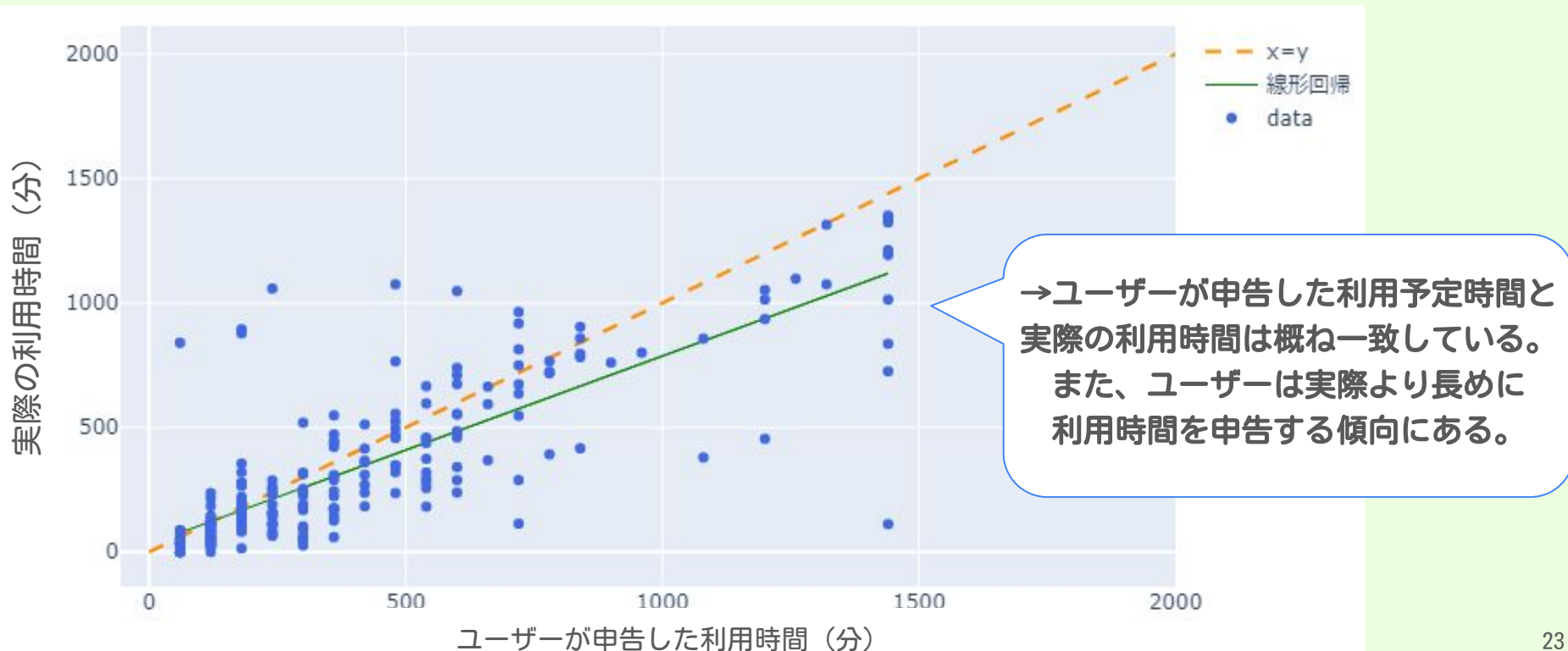
2件以上の入札があったオークション(185件)のうち、順位の変動が見られたオークションは15%(28件)

個別のオークションについて調査したところ、変更**前**のアルゴリズムを使用した場合は利用予定時間が**長い**入札に車が割り当てられていたが、変更**後**のアルゴリズムを使用した場合は利用予定時間が**短い**入札に車が割り当てられるようになった

→**車の長時間の占有を抑制できている**

# 車両割り当てに関する評価 (利用予定時間について)

オークションアルゴリズムには、ユーザーが事前に入力した利用予定時間を使用  
→ユーザーが正しい利用予定時間を入力しているか分析



# まとめ

## 従来のモビリティオークションの課題

1. ユーザービリティの課題  
(直近のオークションのみに入札が集まりやすいため最適な割り当てを事前に計画することが難しい)
2. 車両割り当てに関する課題  
(車を長時間占有するが実際には使われていないユーザー行動を抑制したい)

## 課題を改善するためシステム更新

1. Webアプリケーションの再実装 (UIの改善・再入札機能)
2. オークションアルゴリズムの変更

## 結果

1. 直近のオークションへの入札だけでなくその次以降のオークションへの入札も行われるようにユーザー行動が変化
2. 車の長時間の使用を一部抑制できた。