

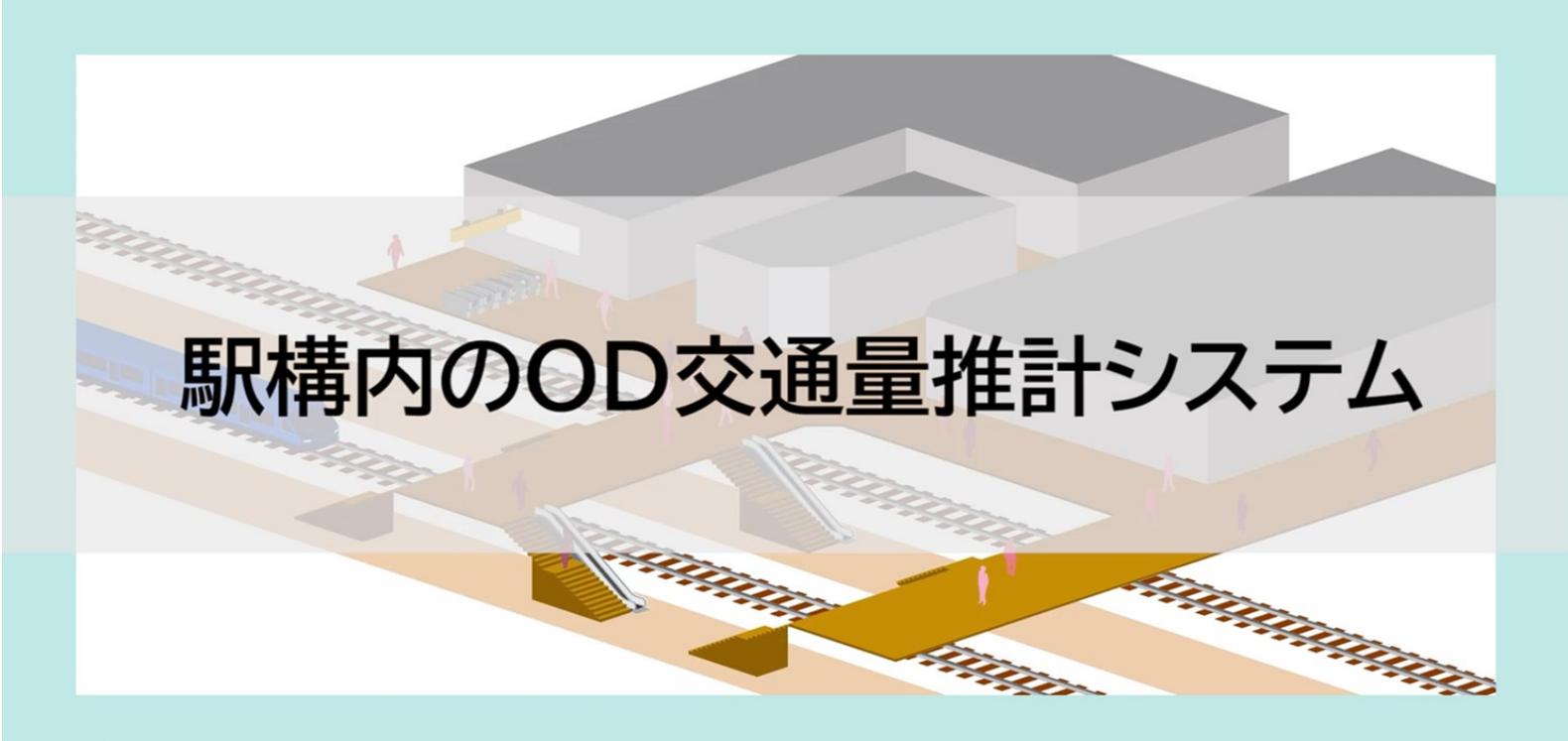
# 防犯カメラを活用した 駅構内のOD交通量推計システムの開発

構造物技術研究部 建築研究室

研究員 対馬 銀河



# 本日の発表



駅構内のOD交通量推計システム

- ◆背景と目的
- ◆開発手法
- ◆実駅での検証
- ◆まとめ
- ◆成果の活用

## 背景と目的

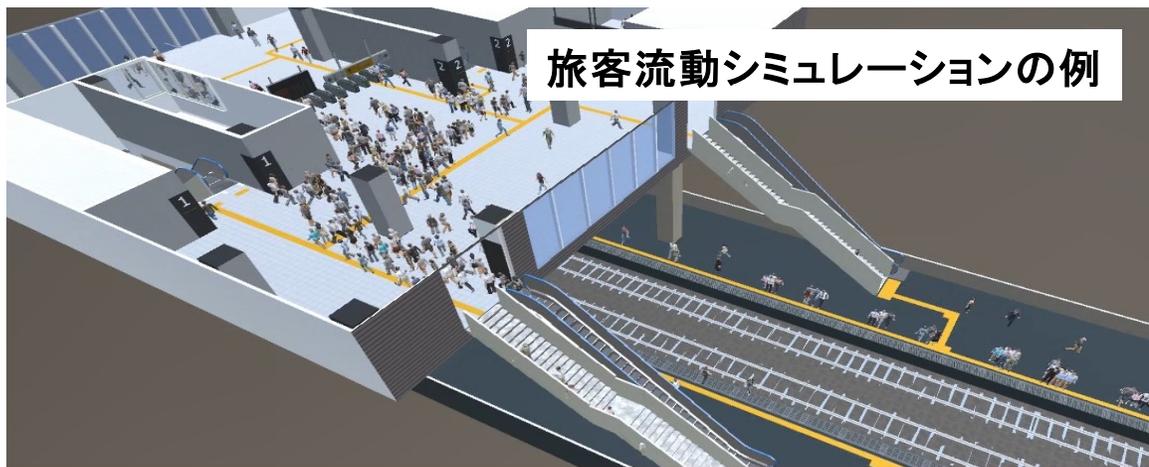
# OD (Origin: 起点-Destination: 終点) データ

人々がどこからどこへ移動しているのかを表すデータ

→ 現状の移動経路に関する利用率や利用量の分析、将来の予測

### 【駅設計・改良】

規模算定やプランニングの比較検討をするための基礎データ



ODデータを用いて、時間的・空間的に複雑な旅客流動をシミュレーションで再現

適切に考慮されないと、

- ・滞留時間の増加
- ・慢性的な混雑
- ・群衆事故

## 背景と目的

### 【関連手法】

- 改札データ



- 基本的に通過人数のみを把握
- 駅構内のODは把握不可

- 従来のOD調査

- 人海戦術のため、多大なコスト
- 限られた時期のデータのみ
- 集計単位が列車間隔より粗い

### 【開発手法】

- 防犯カメラと改札データを活用して、簡易に求めたい時間のODを推計

#### ①断面交通量調査

各起終点(出入口等)



#### ②経路サンプリング調査

起終点間の移動を調査

サンプル率は、

全利用者の1~2割程度が一般的



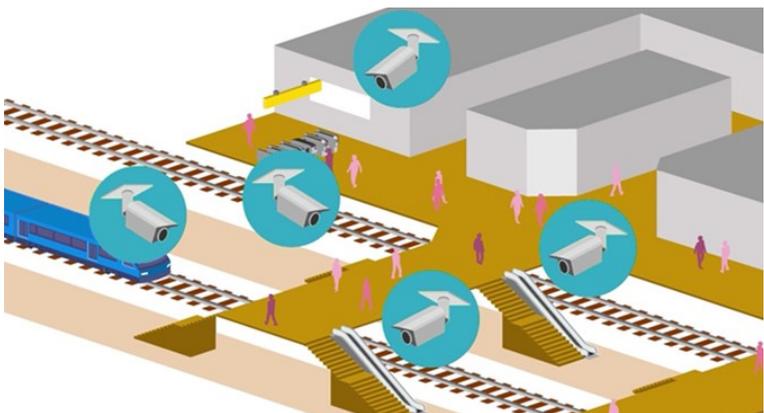
#### ③OD推計

サンプルを交通量に合わせて拡大

## 防犯カメラ映像を有効活用し、 断面交通量の計測 & OD交通量の推計を行う

### ① 断面交通量の計測

防犯カメラ映像を分析



### ② OD交通量の推計

各箇所の  
断面交通量

地点	発	着
1	10	20
2	30	10
3	20	5
4	50	75

OD交通量  
推計モデル

「?」の数字を推計

発点\着点	1	2	3	4	発
1	—	?	?	?	10
2	?	—	?	?	30
3	?	?	—	?	20
4	?	?	?	—	50
着	20	10	5	75	—

### AIによる通過人数の計測

#### ◆YOLOX ※1

物体検知のAI

- ・頭を検知するモデルを利用することでオクルージョン(重なり)の影響を小さく

#### ◆ByteTrack ※2

トラッキングのAI

- ・同一人物を連続的に追跡し通過判定



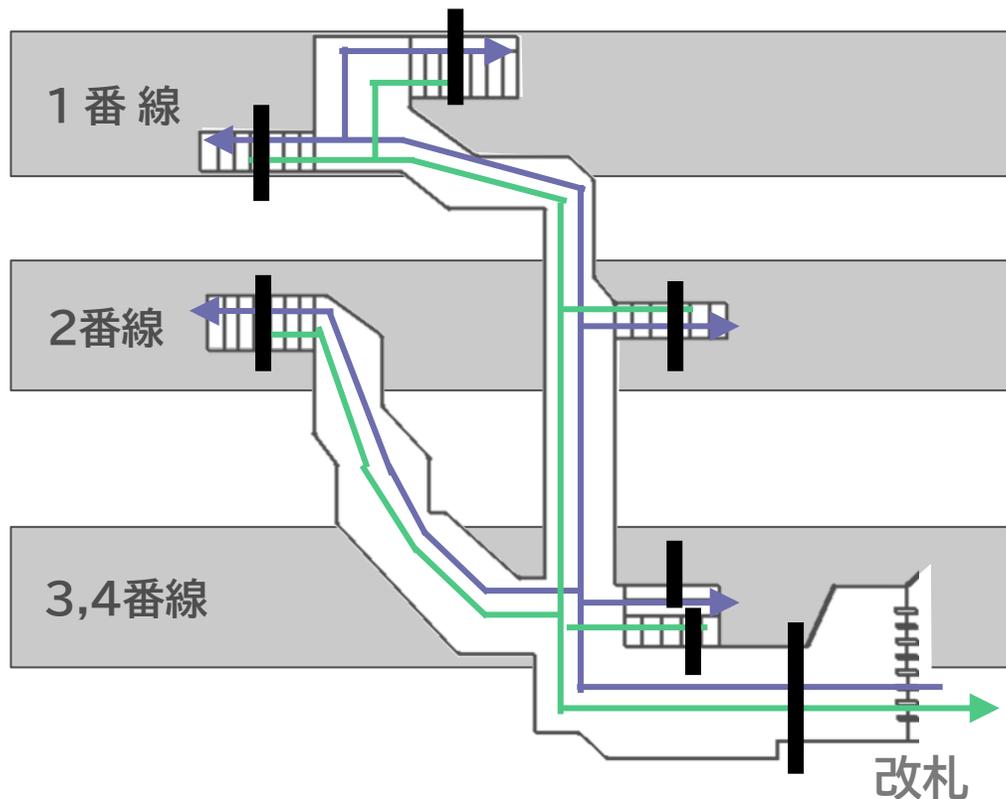
※1 Zheng Ge, Songtao Liu, Feng Wang, Zeming Li, Jian Sun(2021) “YOLOX: Exceeding YOLO Series in 2021”

※2 Yifu Zhang, Peize Sun, 他7名(2021)”ByteTrack: Multi-Object Tracking by Associating Every Detection Box”

# 開発手法(断面交通量の計測)

## 実駅2駅で計測精度検証

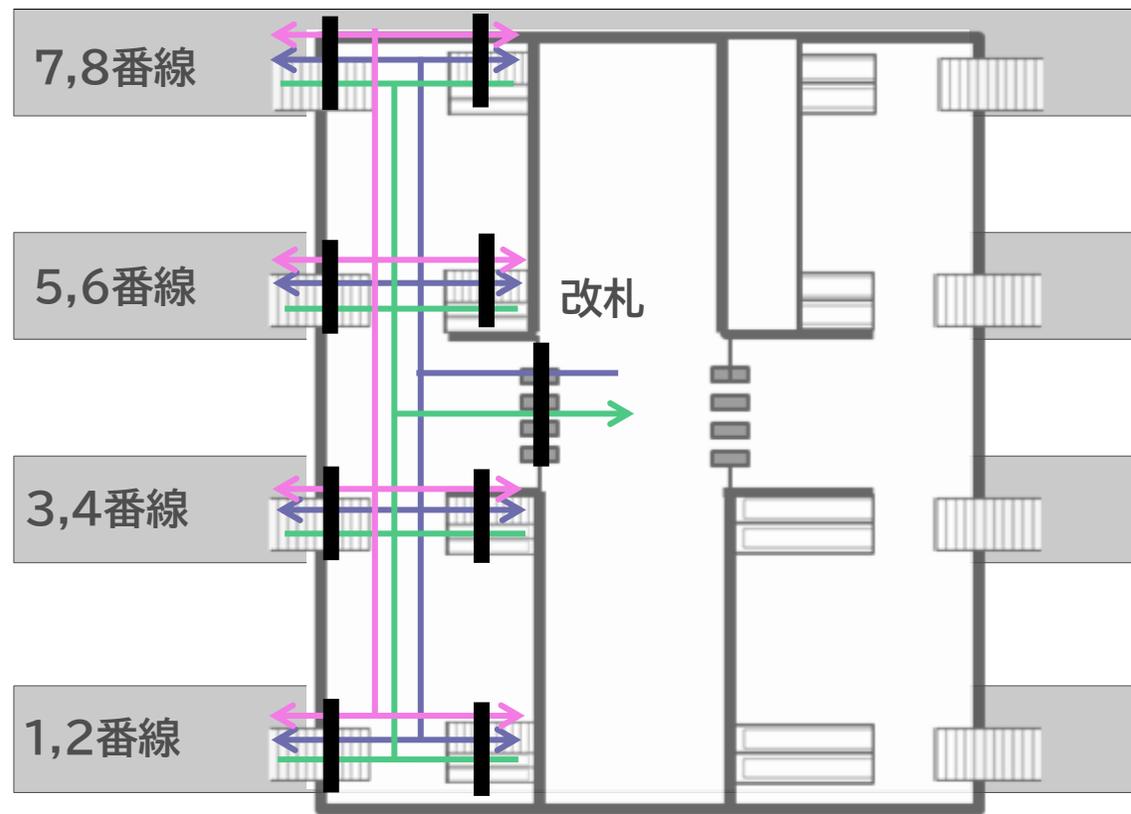
ホーム間乗換の少ないA駅



7断面

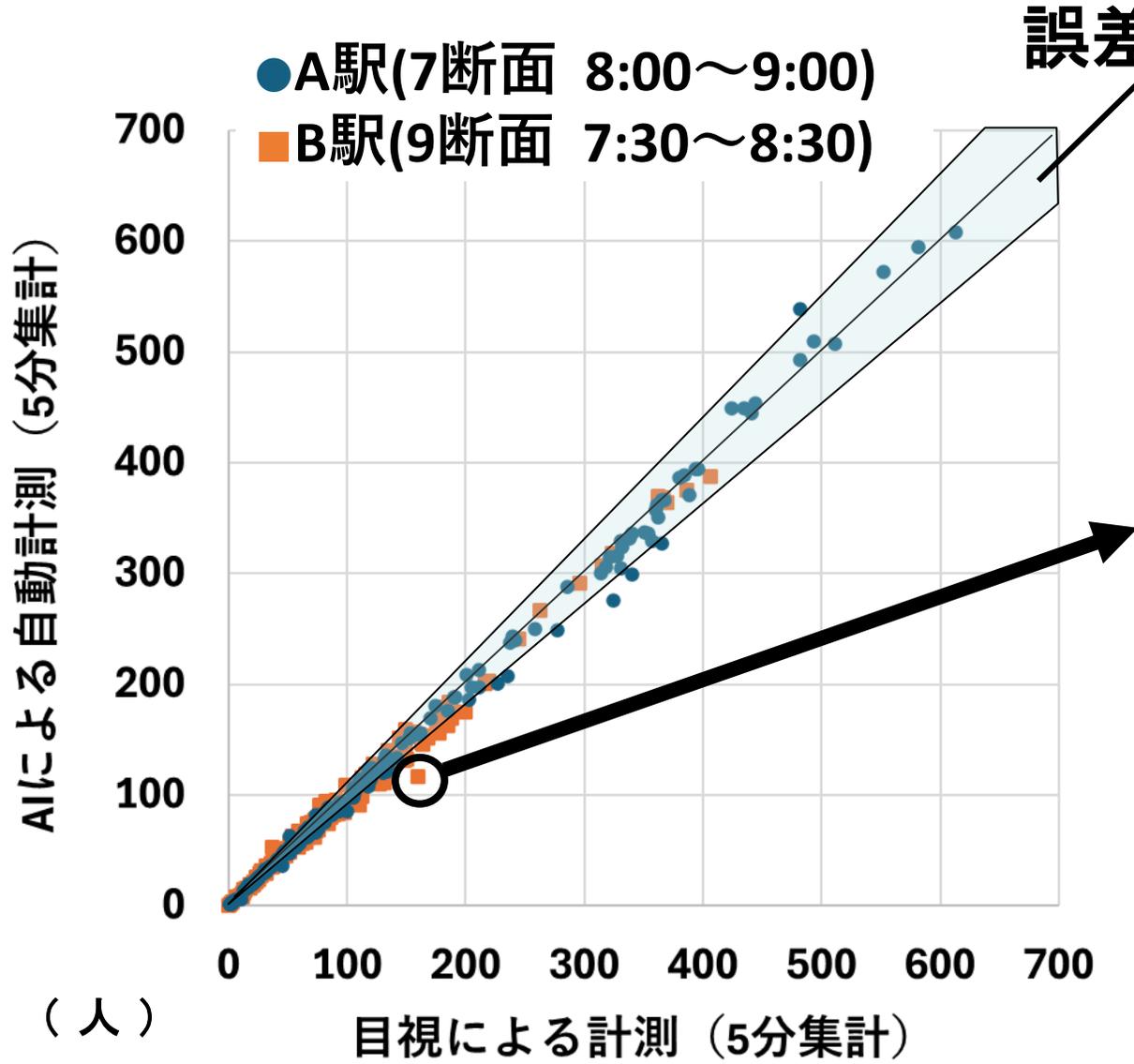
— : 乗車    — : 降車    — : 乗換

ホーム間乗換の多いB駅

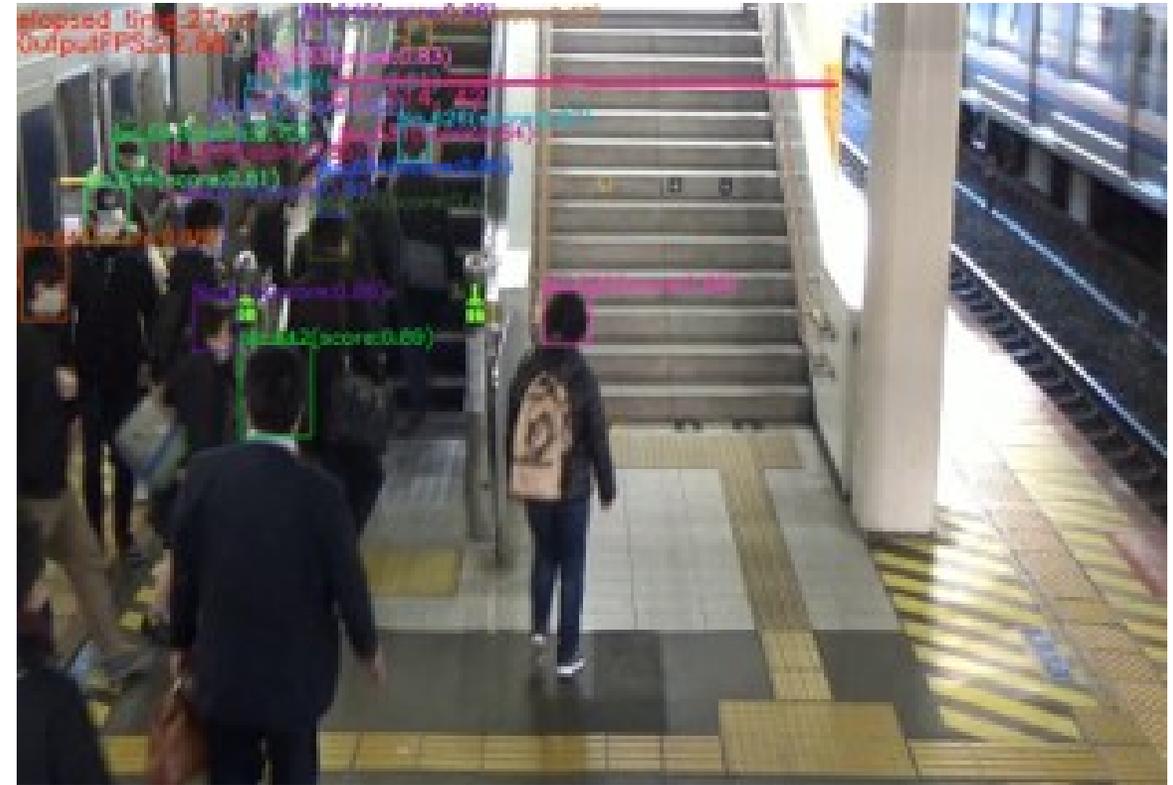


9断面

# 開発手法(断面交通量の計測)



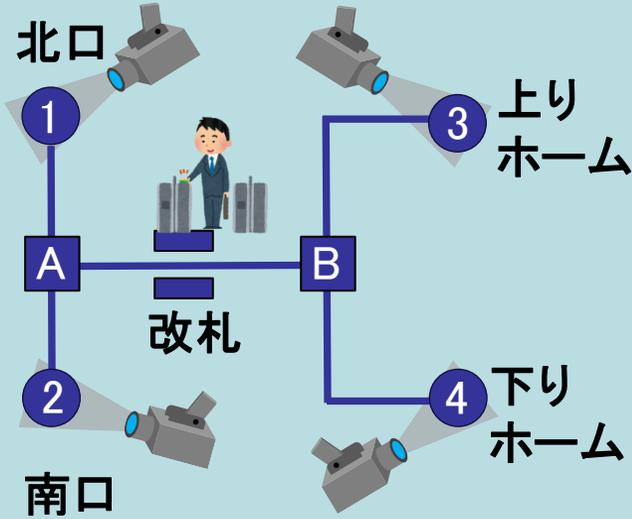
## 誤差の大きかった例



➡ 後頭部の色と、エスカレーターの色が近い

# 手法(OD交通量の推計)

## 【OD推計の考え方】



12個の $T_{ij}$

発点 \ 着点	1	2	3	4	発
1	—	$T_{12}$	$T_{13}$	$T_{14}$	48
2	$T_{21}$	—	$T_{23}$	$T_{24}$	69
3	$T_{31}$	$T_{32}$	—	$T_{34}$	47
4	$T_{41}$	$T_{42}$	$T_{43}$	—	76
着	66	33	67	74	240

カメラで自動計測

方向	通過人数
A→B	101
B→A	83

改札で自動計測

カメラで自動計測

## 【条件1】計測人数と合うようなODとする

$$\begin{aligned} T_{12} + T_{13} + T_{14} &= 48 \\ T_{21} + T_{23} + T_{24} &= 69 \\ T_{31} + T_{32} + T_{34} &= 47 \\ T_{41} + T_{42} + T_{43} &= 76 \end{aligned}$$

自動計測

$$\begin{aligned} T_{21} + T_{31} + T_{41} &= 66 \\ T_{12} + T_{32} + T_{42} &= 33 \\ T_{13} + T_{23} + T_{43} &= 67 \\ T_{14} + T_{24} + T_{34} &= 74 \end{aligned}$$

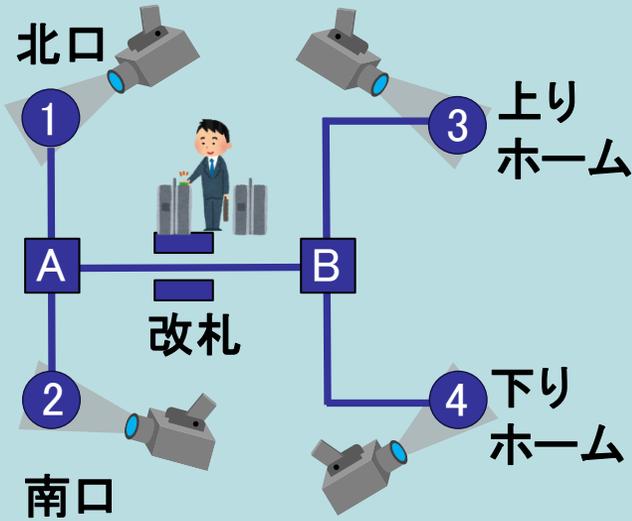
自動計測

$$\begin{aligned} T_{13} + T_{14} + T_{23} + T_{24} &= 101 \\ T_{31} + T_{32} + T_{41} + T_{42} &= 83 \end{aligned}$$

自動計測

# 手法(OD交通量の推計)

## 【OD推計の考え方】



12個の $T_{ij}$

発点 \ 着点	1	2	3	4	発
1	—	$T_{12}$	$T_{13}$	$T_{14}$	48
2	$T_{21}$	—	$T_{23}$	$T_{24}$	69
3	$T_{31}$	$T_{32}$	—	$T_{34}$	47
4	$T_{41}$	$T_{42}$	$T_{43}$	—	76
着	66	33	67	74	240

カメラで自動計測

方向	通過人数
A→B	101
B→A	83

改札で自動計測

カメラで自動計測

【条件1】計測人数と合うようなODとする

【条件2】条件1を満たしつつデータができるだけ均一に  
「ばらついている」解を探索する数理モデルを利用

# 手法(OD交通量の推計)

## 数値実験

突合せ

正解交通量を乱数で生成

	1	2	3	4	発
1	—	3	29	3	35
2	2	—	42	6	50
3	4	7	—	1	12
4	13	12	1	—	24
着	19	22	72	10	—

断面交通量に誤差を加味

	1	2	3	4	発
1	正解を隠す				<del>35</del> 32
2	正解を隠す				<del>50</del> 52
3	正解を隠す				<del>12</del> 11
4	正解を隠す				<del>26</del> 24
着	<del>19</del> 20	<del>22</del> 19	<del>72</del> 69	<del>10</del> 11	

誤差を加味

推計モデル

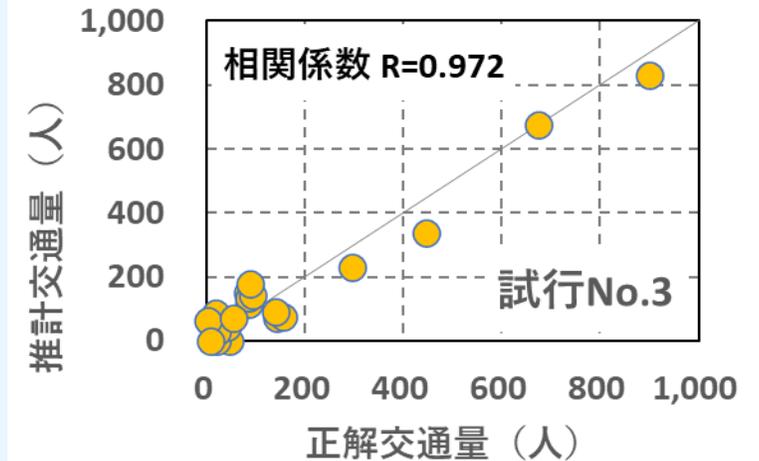
ODを推計

	1	2	3	4	発
1	—	3	26	3	32
2	5	—	42	5	52
3	3	5	—	3	11
4	12	11	1	—	24
着	20	19	69	11	

### ◆正解値と推計値の相関係数 (試行10回)

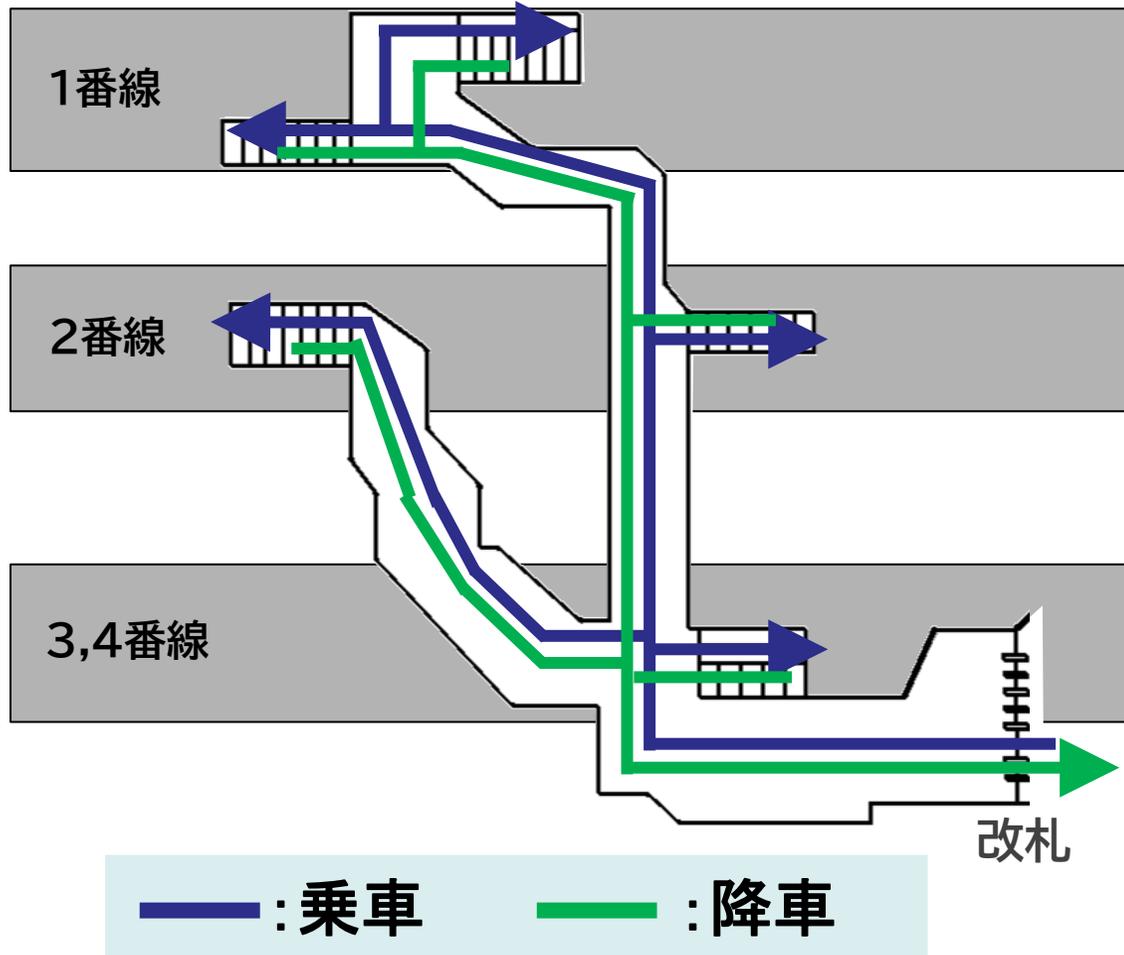
断面交通量の計測誤差を加味しても、 $R=0.9$ 以上の精度で推計できることを確認

試行10回	相関係数
平均	0.944
最大値	0.972
最小値	0.904

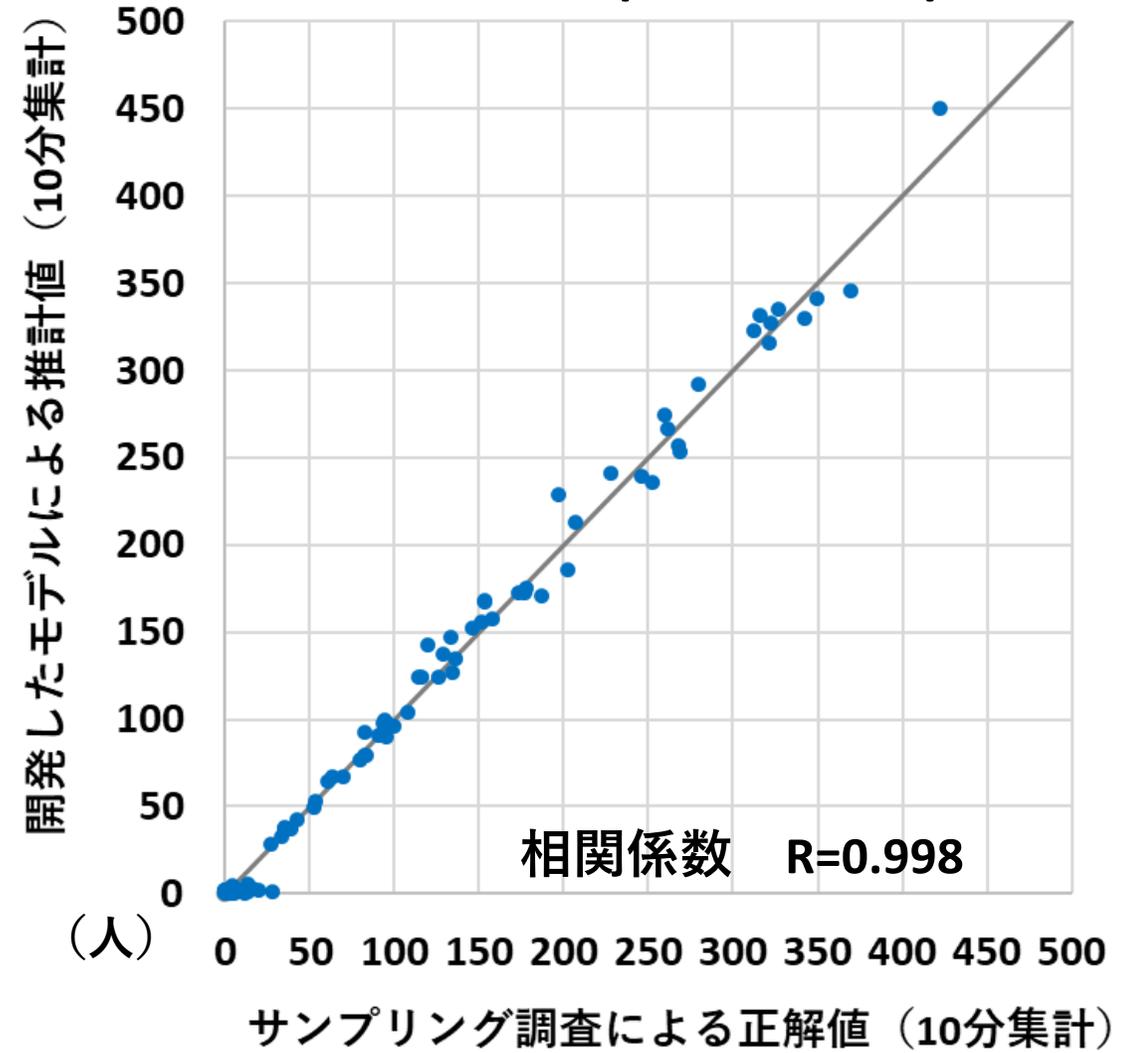


## ■ 実駅での検証

### A駅: ホーム間乗換の少ない駅



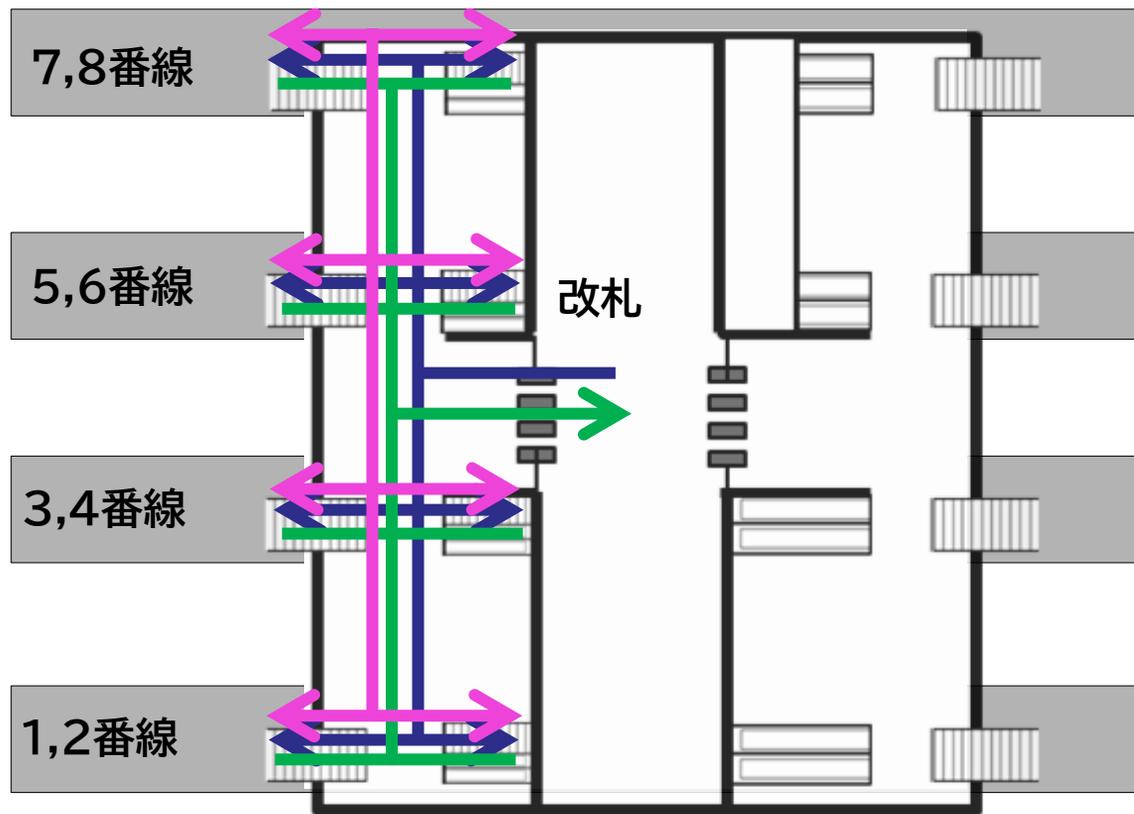
●各ODの人数(8:00~9:00)



→ 相関係数0.9以上の精度

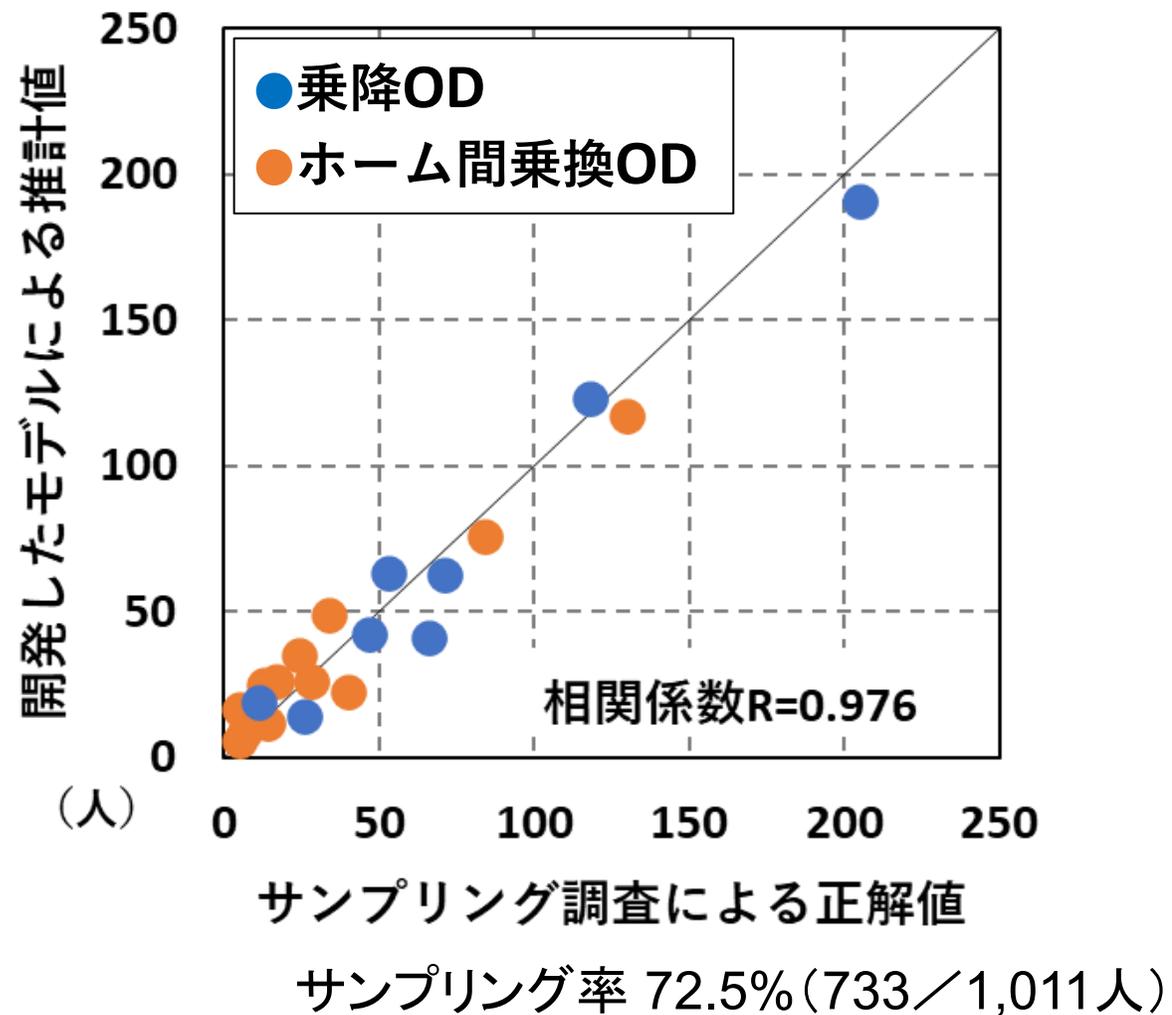
## 実駅での検証

### B駅: ホーム間乗換の多い駅



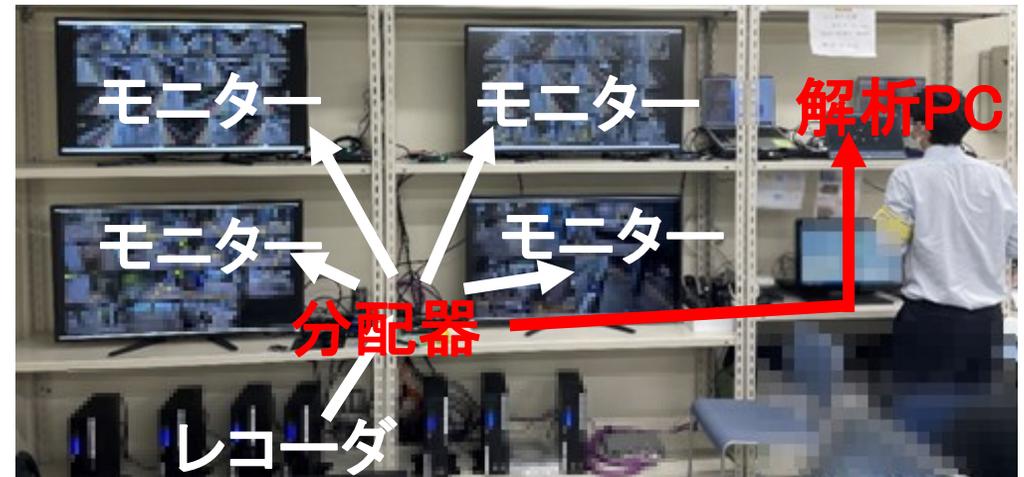
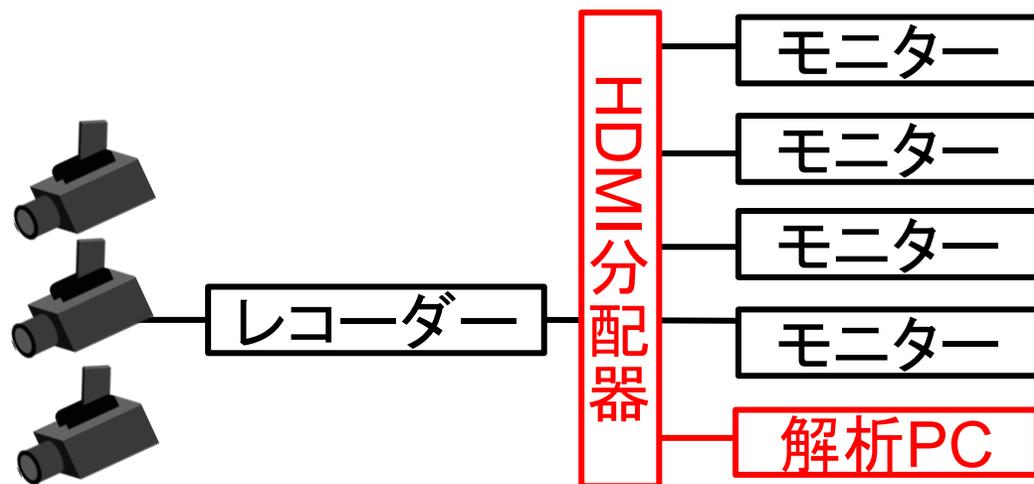
— : 乗車    — : 降車    — : 乗換

## 各ODの人数(ピーク時5分 7:51~7:56)



→ 相関係数0.9以上の精度

## ■ 実駅での検証(駅事務室での解析)

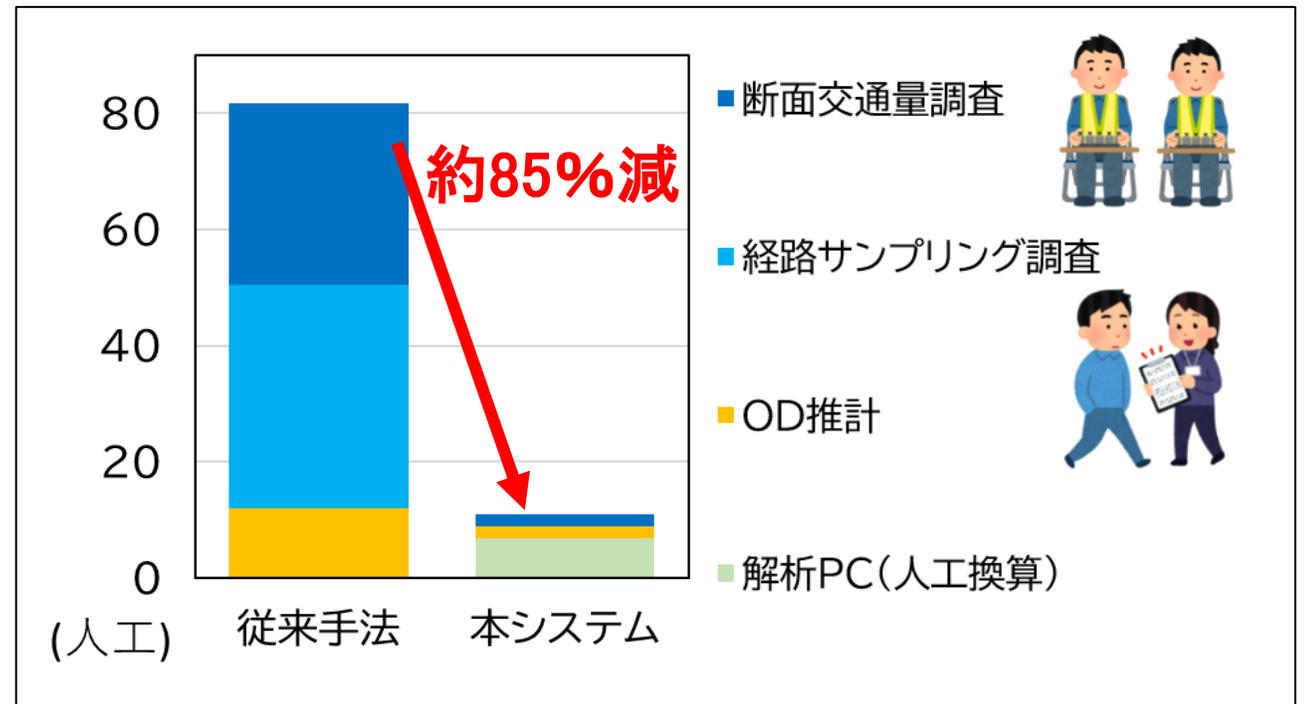


HDMI分配器を用いて解析PCに映像を取り込むことで、  
現地で断面交通量を計測できることを確認

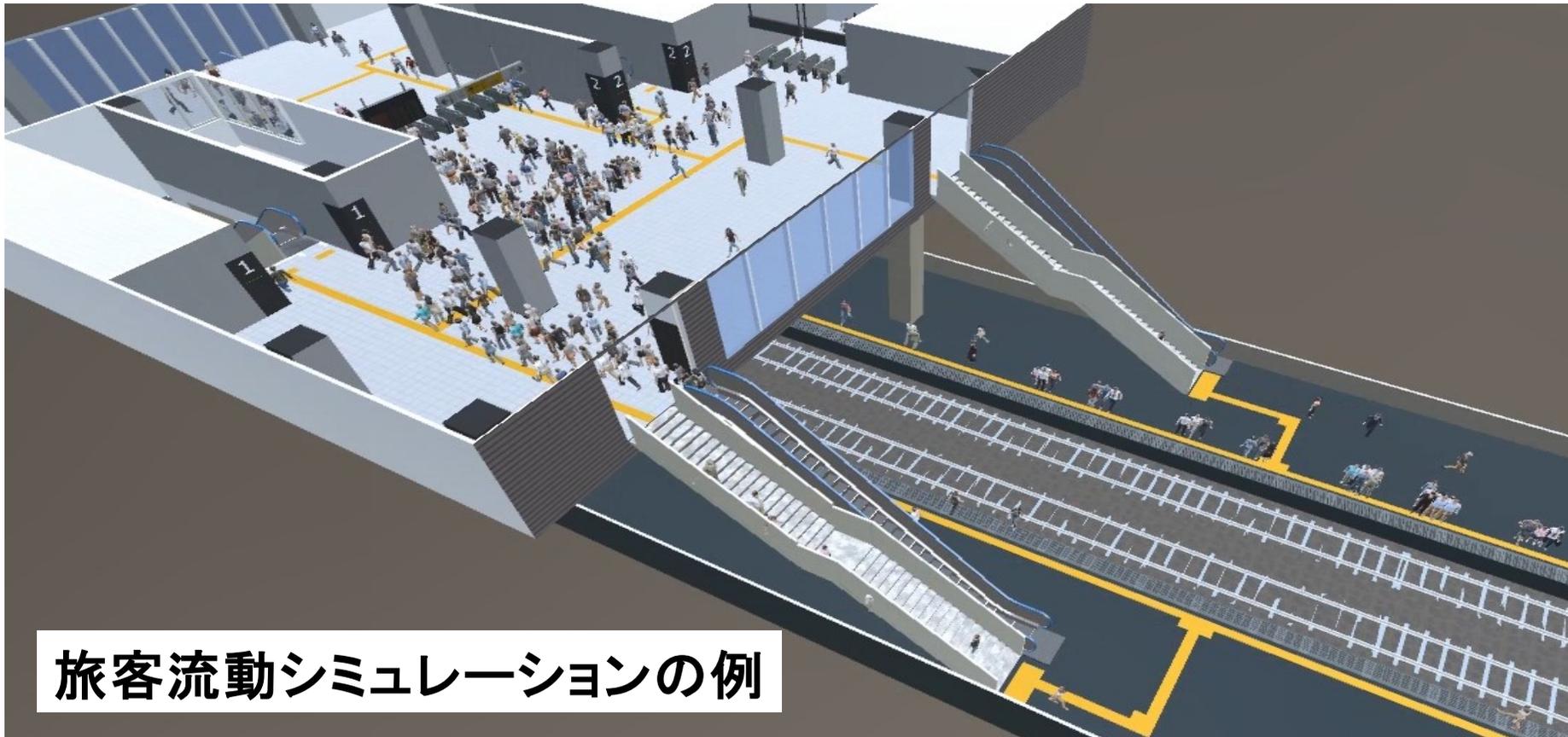
- 断面交通量のリアルタイム把握が可能
- 録画データの分析だけでなく、継続的な分析が可能に

## まとめ

- 防犯カメラの映像を活用した断面交通量の計測を行うことで、簡易に、任意の時間帯のOD交通量を推計できるシステムを開発した。
- 実駅2駅での検証において、断面交通量の計測誤差が10%程度であれば、相関係数0.9以上の精度で、従来のOD交通量調査と同等の推計ができることを確認した。
- 従来のOD交通量調査と比べて、1日の調査費用を約85%コスト削減できることを確認した。



◆ ODデータを用いたシミュレーションによる、駅設計・改良への活用

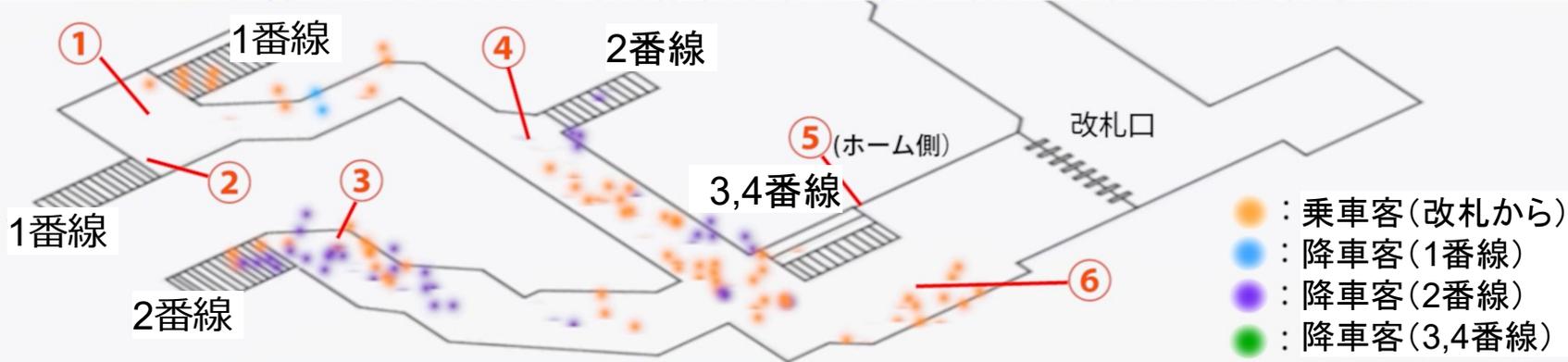


旅客流動シミュレーションの例

## ◆ ODデータによる、旅客流動のリアルタイムモニタリングへの活用



### カメラ映像 + OD交通量 (混雑状況) を視覚化した新たな監視手法

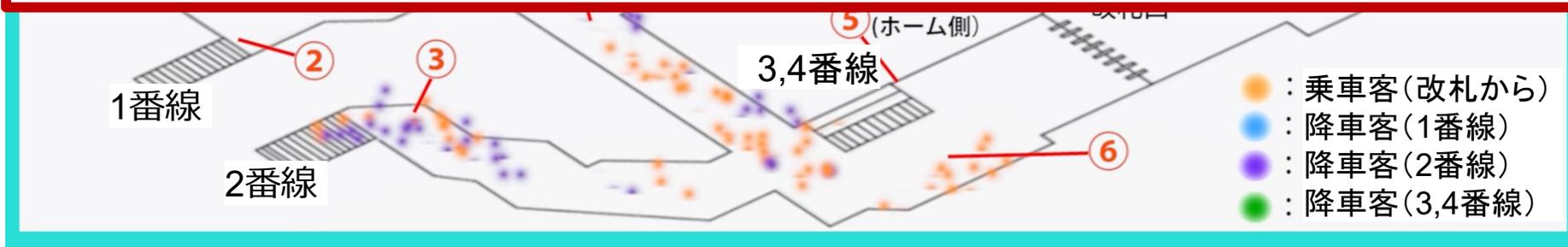


# ◆ ODデータによる、旅客流動のリアルタイムモニタリングへの活用



### 【課題】

- ・事前のOD推計とリアルタイムの断面交通量によるシミュレーション  
→ 異常時や災害時のように通常と異なるODには対応できない
- ・防犯カメラのない地点とはネットワークが構築ができない  
→ ホーム上は防犯カメラが少ない



## ■ 今後の取り組み

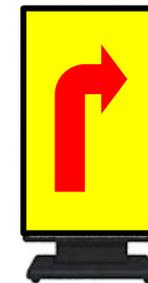
防犯カメラがない地点にも容易に設置が可能なセンサ等を活用し、ホームを含めた駅構内の精度の高いリアルタイムな旅客流動の可視化を目指し、システムを改良中。

### 【鉄道事業者】

- ◇ 異常時や災害時の現状把握・誘導案内 [安全・省人化]
- ◇ 音声放送や空調などの自動制御 [省エネ]
- ◇ ロボット(案内・清掃)の混雑を回避するルート制御 [省人化]
- ◇ 長期計測 [設計資料・スペース活用]

### 【鉄道利用者】

- ◇ 混雑情報(ルート案内・混雑回避など)の利用 [利便性]



# 参考文献

- [柴田宗典,石突光隆,対馬銀河:駅改良のための構内における旅客の分布交通量推計手法, 鉄道総研報告, Vol.35, No.7, pp.47-52, 2021](#)
- [対馬銀河,柴田宗典,石突光隆:駅構内の旅客分布推計システムの開発, 施設研究ニュース, No.413, pp.1-2, 2025](#)
- 柴田宗典,石突光隆,対馬銀河:動画解析と数理最適化モデルを用いた鉄道駅構内における分布交通量の推計手法, 日本建築学会計画系論文集, Vol.88, No.803, pp.56-67, 2023