

コミュニティバス利用者の 乗降者カウントと利用満足度調査

富山大学 都市デザイン学部

富山大学 大学院 理工学教育部

堀田 裕弘

高野 詩菜

2020/8/6

目次

- はじめに
 - 研究背景
 - 研究目的
- バス乗降者カウントシステムの改良と精度検証実験
 - 概要
 - 予備実験-学内エレベーター
 - 実証実験①-富山大学シャトルバス
 - 実証実験②-「きときとバス」
- コミュニティバス利用者の利用満足度の分析
 - 概要
 - 利用実態の調査(アンケート調査)
 - 利用満足度の分析

はじめに



富山県は自動車社会

- ・ 富山県は世帯当たりの自動車保有台数が全国2位
- ・ 日常移動は自動車へ大きく依存

自家用乗用車の世帯当たり普及台数（都道府県別・ランク順）

平成31年3月末現在

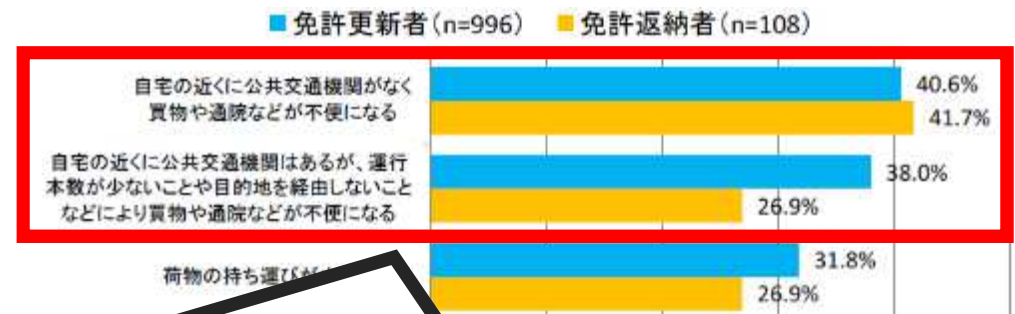
順位	前年 順位	都道府県	世帯当たり 普及台数	保有台数	世帯数
1	1	福井	1.736	512,255	295,136
2	2	富山	1.681	709,498	422,090
3	3	山形	1.671	694,573	415,578
4	4	群馬	1.625	1,378,042	848,111
5	5	栃木	1.603	1,336,628	833,629
6	6	茨城	1.587	1,978,505	1,246,807
7	8	長野	1.579	1,376,640	872,084
8	7	岐阜	1.578	1,300,667	824,383
9	9	福島	1.558	1,222,196	784,465

県内の高齢者には公共交通が必要

- ・ 高齢化に伴い免許返納者数は年々増加
- ・ 免許返納後の生活の足に不安をかかえている

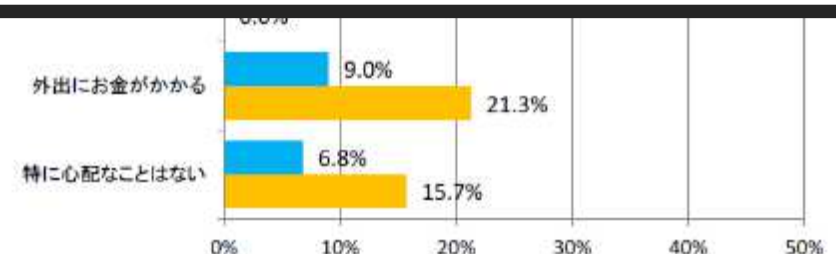


富山県の免許返納者数の現状



買い物や通院などが不便になる

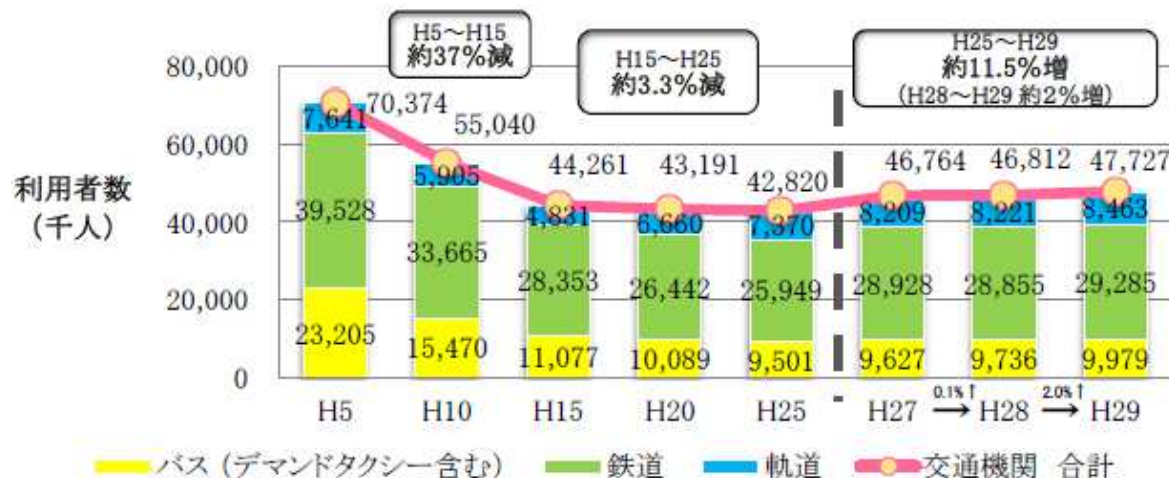
- ・ 自宅付近に公共交通機関がない
- ・ 自宅付近に公共交通機関はあるが、運行本数が少なく、目的地を経由しない



免許返納後の心配ごと(複数回答)

県内の公共交通の利用者数の内訳

地域交通(鉄道、軌道、バス)の年間利用者数の推移



※H27以降の鉄道利用者数

・北陸新幹線利用者を含む(H25までは特急利用者を含む。)

・並行在来線の経営分離により、乗り継ぎの場合のカウント方法が開業前と異なる。

- ・ 年間利用者数は緩やかに増加
- ・ 北陸新幹線、ライトレールが回復に貢献

<増減率>

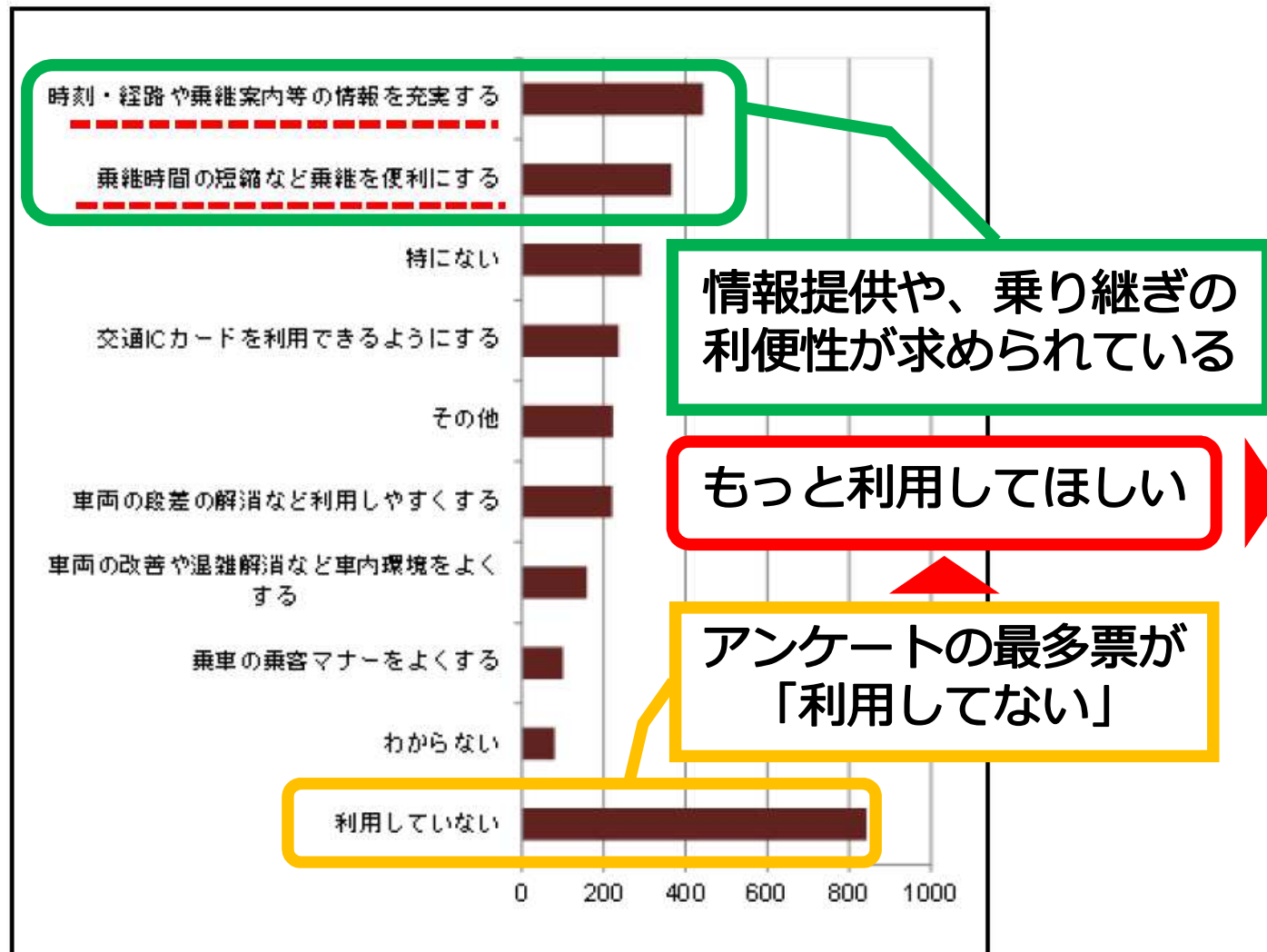
	H5－H15	H15－H25	H25－H29
軌道	-36.8%	52.6%	14.8%
鉄道	-28.3%	-8.5%	12.9%
バス	-52.3%	-14.2%	5.0%
合計	-37.1%	-3.3%	11.5%

- ・ バスの利用者数は横ばい

利用者の少ないバス

地域交通に改善してほしい点

※県内居住者のバスに対する意見の場合



県内のバス路線数

市区町村	路線数
富山市	32 路線
高岡市	6 路線
射水市	19 路線
魚津市	9 路線
氷見市	6 路線
滑川市	7 路線
黒部市	5 路線
砺波市	9 路線
小矢部市	5 路線
南砺市	22 路線
上市町	6 路線
立山町	6 路線
入善町	2 路線
朝日町	12 路線
合計	146 路線

県内における情報提供・ 利便性向上に関する取り組み

県主導で県内のバス利用に関する情報提供や利便性向上に関する取り組みを実施

バス情報のオープンデータ化

県内の各市町村、事業者が「標準的なバス情報フォーマット」に準じた形式でバス情報データ(GTFS)を作成し、県が情報を公開

http://opendata.pref.toyama.jp/pages/gtfs_jp.htm

県全域におけるバスロケーションシステムの導入

県内を走行する民営バス、公営バスの現在地情報を一括して提供

<https://toyama.vtfm.jp>

地域公共交通の衰退

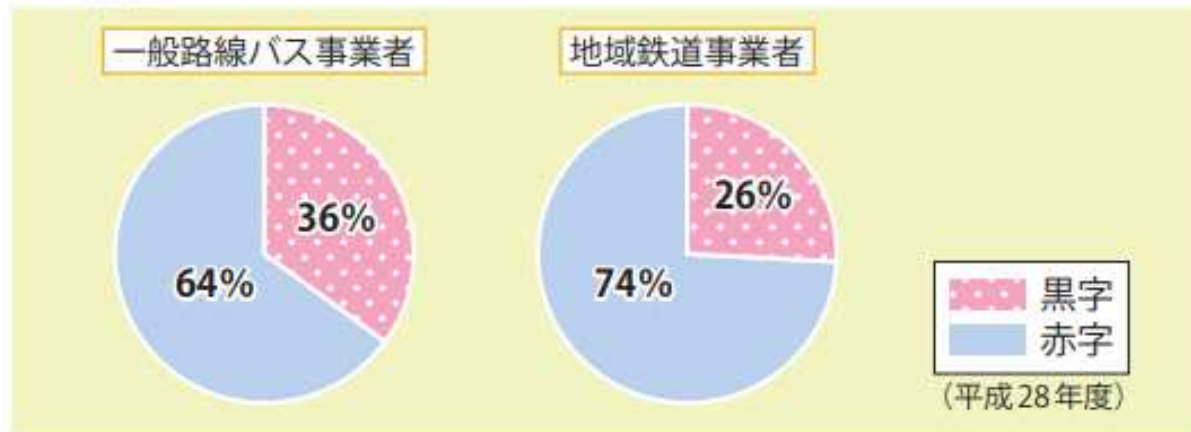
- 一般路線バスについては、平成22年度から平成28年度までの7年間に約8,392kmの路線が完全に廃止。
鉄軌道については、平成12年度から平成28年度までの17年間に39路線・約771kmが廃止。

- 公共交通空白地域の存在

	空白地面積	空白地人口
バス 500m圏外	36,477km ²	7,351千人
鉄道 1km圏外	(我が国の可住地面積の約30%)	(我が国の人口の5.8%)

(出典) 平成23年度国土交通省調査による

- 一般路線バス事業者の6割以上、地域鉄道事業者の7割以上の経常収支が赤字



(保有車両30両以上の事業者 (平成28年度))

事業者の経営は
厳しい状況

多くの路線が
廃止されている

人口減少社会の中で
地域公共交通をめぐる環境
はますます厳しいものに

地域公共交通の課題

①高齢者の日常の移動手段の確保

➡ コンパクトなまちづくりを推進する

②地域交通事業者の厳しい経営状況

➡ 他地域の成功事例を調査し、
その応用可能性を精査する

③サービス水準の大幅な低下

➡ 縮小されたサービスの中でも利用満足度を高めるため、
現状・利用実態を把握し、利用者目線の意見を
フィードバックすることにより、PDCAサイクルを回す

地域公共交通サービス

地方自治体が運営するコミュニティバスや
デマンド交通等の運送サービス

コミュニティバス

交通空白地域・不便地域の解消を図るため、市町村自ら
バス事業者として、またはバス事業者に委託して運行するバス

デマンド交通

路線やダイヤをあらかじめ定めないなど、
利用者のニーズに応じて柔軟に運行するバス又は乗合タクシー

国土交通省のガイドラインによる 地域公共交通サービスの評価

2つの視点に分けられた評価方法*

➡ サービス品質と利用満足度を個々に評価

事業者の視点

- 運行本数
- バス停数
- 車内混雑度
- ⋮

サービス品質の評価

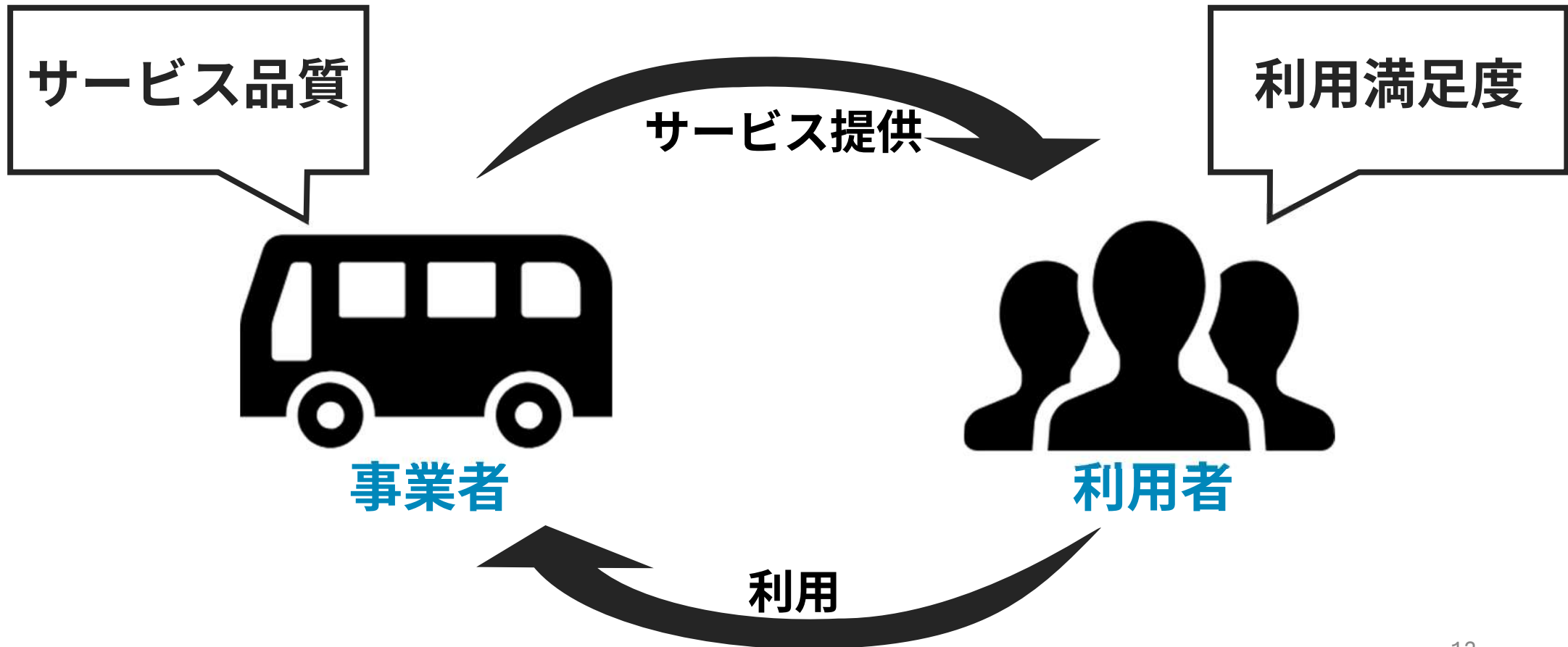
利用者の視点

- 運行本数の利用満足度
- バス停数の利用満足度
- 車内混雑度の利用満足度
- ⋮

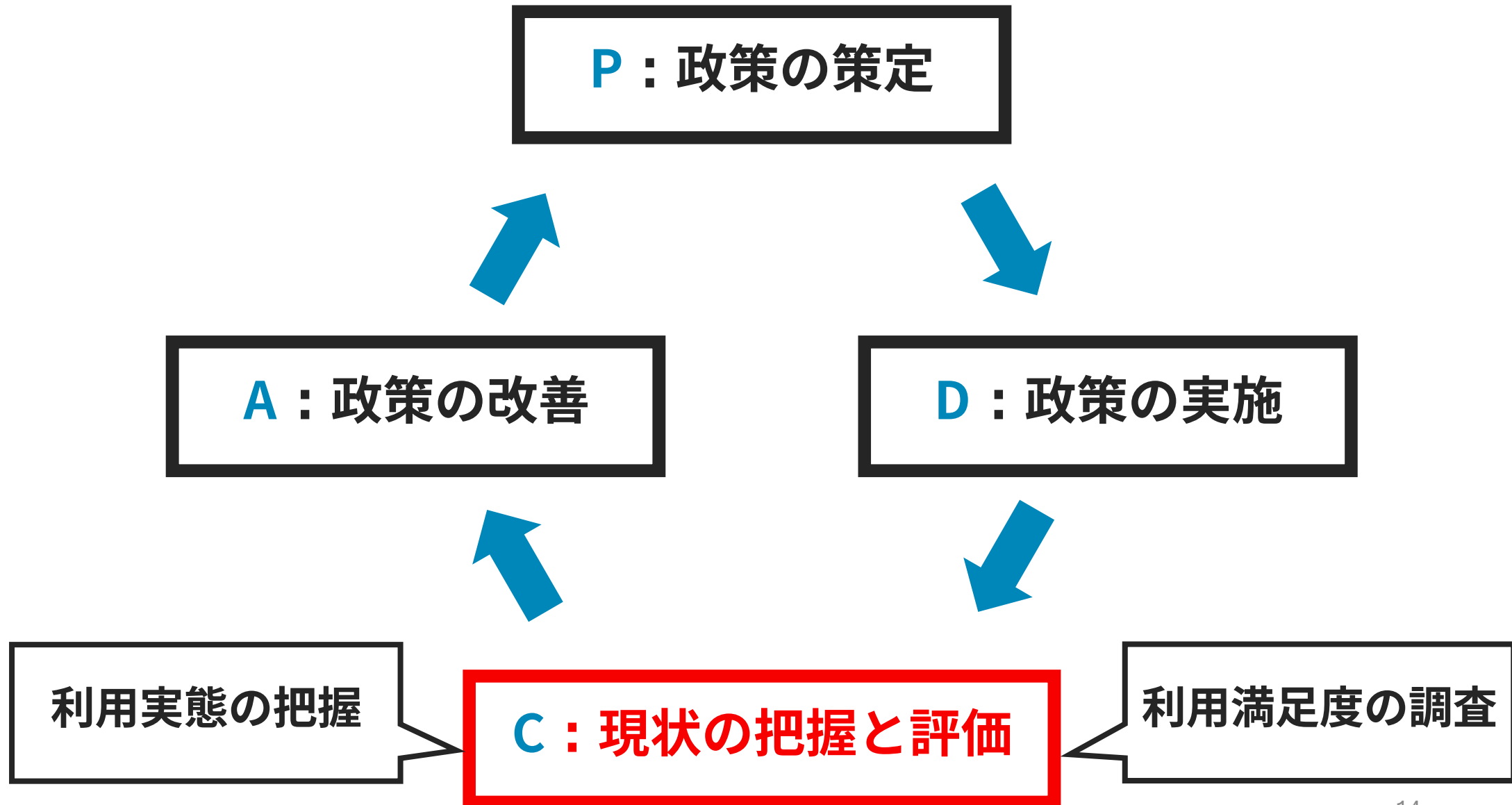
利用満足度の評価

我々の提案する 地域公共交通サービスの評価

サービス品質と利用満足度の関係性を考慮した評価方法



地域公共交通サービスの PDCAサイクル



地域公共交通サービスの評価

コミュニティバスの利用実態を把握する

➡ 低コストでバスの乗降者数をカウント

コミュニティバス利用者の利用満足度を調査する

➡ 利用満足度に関するアンケート調査の実施



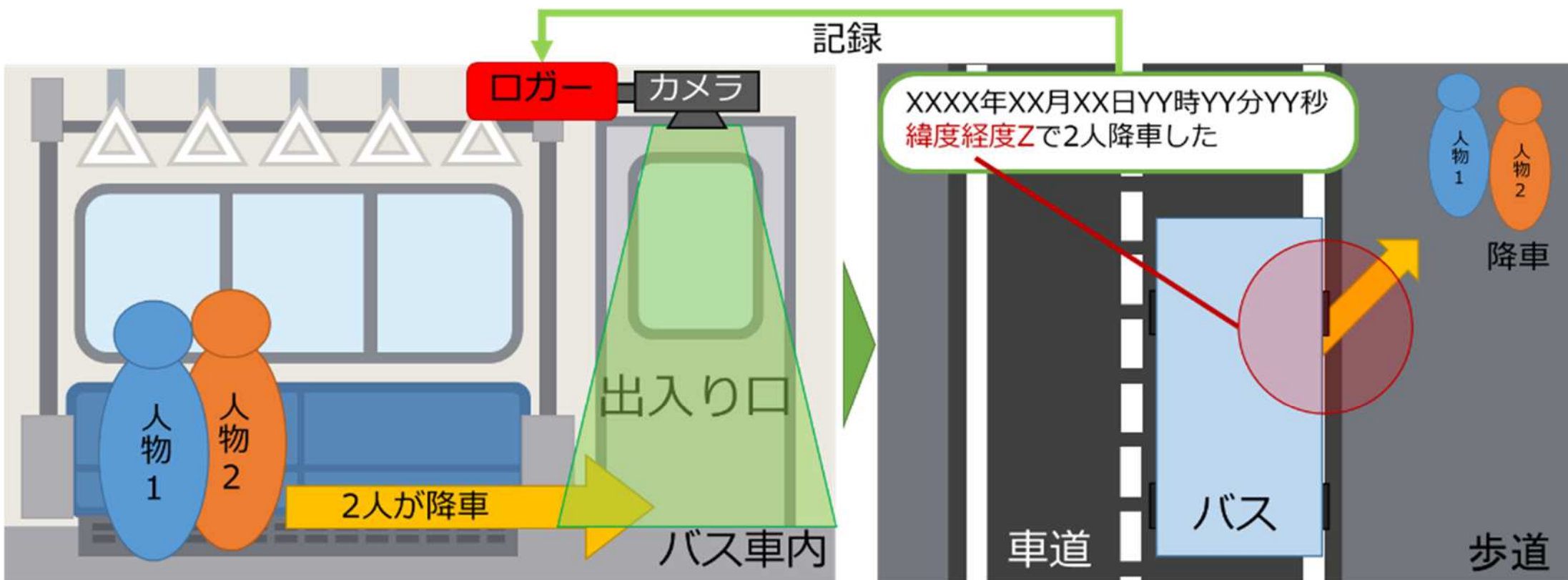
研究目的

- 安価で簡易的なバスの乗降者数カウントシステムを開発し、実証実験を行い、その精度検証を行う
- 射水市コミュニティバス「きときとバス」利用者を対象として利用満足度の調査とその分析を行う

バス乗降者数の自動カウントシステムの開発

提案システムの概要

- 安価な機器の組み合わせで製作
- カメラを用いた動体検知で乗降者を検出
- 乗降者情報を日時、場所と共にUSBメモリに記録



開発目標

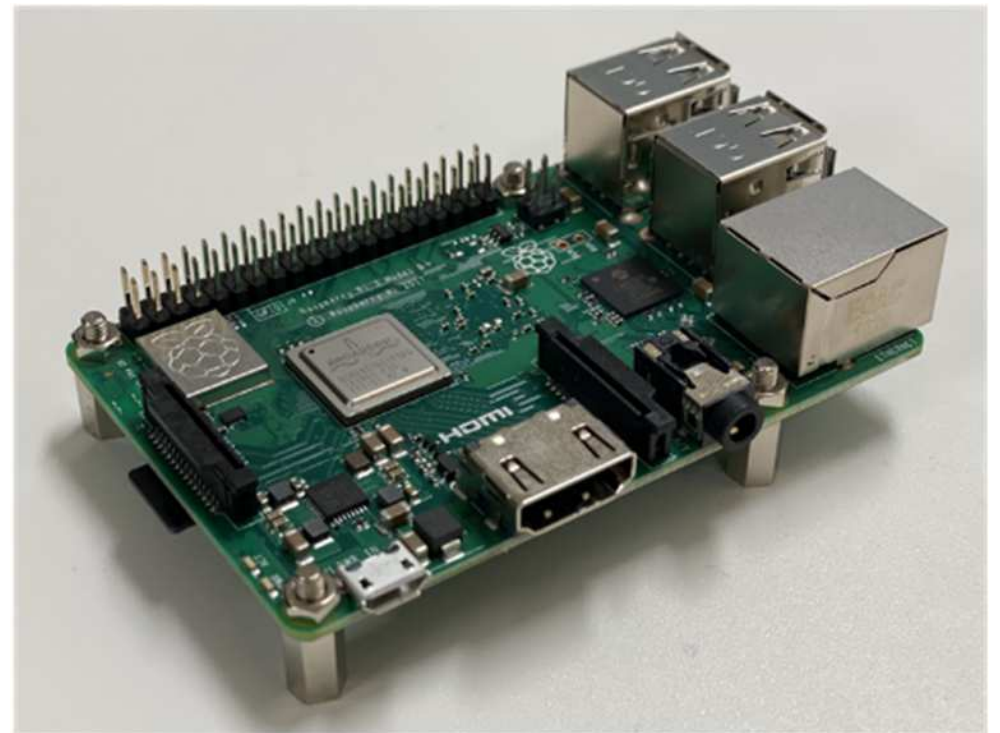
- 安価な機器を組み合わせ必要最小限の機能構成
- バス1台当たり4万円以下(呉西圏域交付予算内)
- バス乗降者のプライバシーに配慮した設計
- 先行研究と同程度の90%以上の検出精度
- 車両への改造を極力避ける

シングルボードコンピュータの選定

- 1万円未満
- USBインターフェース内蔵
- Ethernetインターフェース内蔵

▽

**Raspberry Pi 3B+を使用
(5,000～6,000円程度)**



各モジュールの選定

- 比較的に低価格なもの(単価3,000円未満)
- 設置に大掛かりな車両改造が不要



USB Webcam Logitech C270



パッシブ・アンテナ内蔵タイプ
GPSモジュール AE-GYSFDMAXB

	メーカー表記	使用時の設定値
解像度	1280x720画素	320x240画素
フレームレート [fps]	30	30

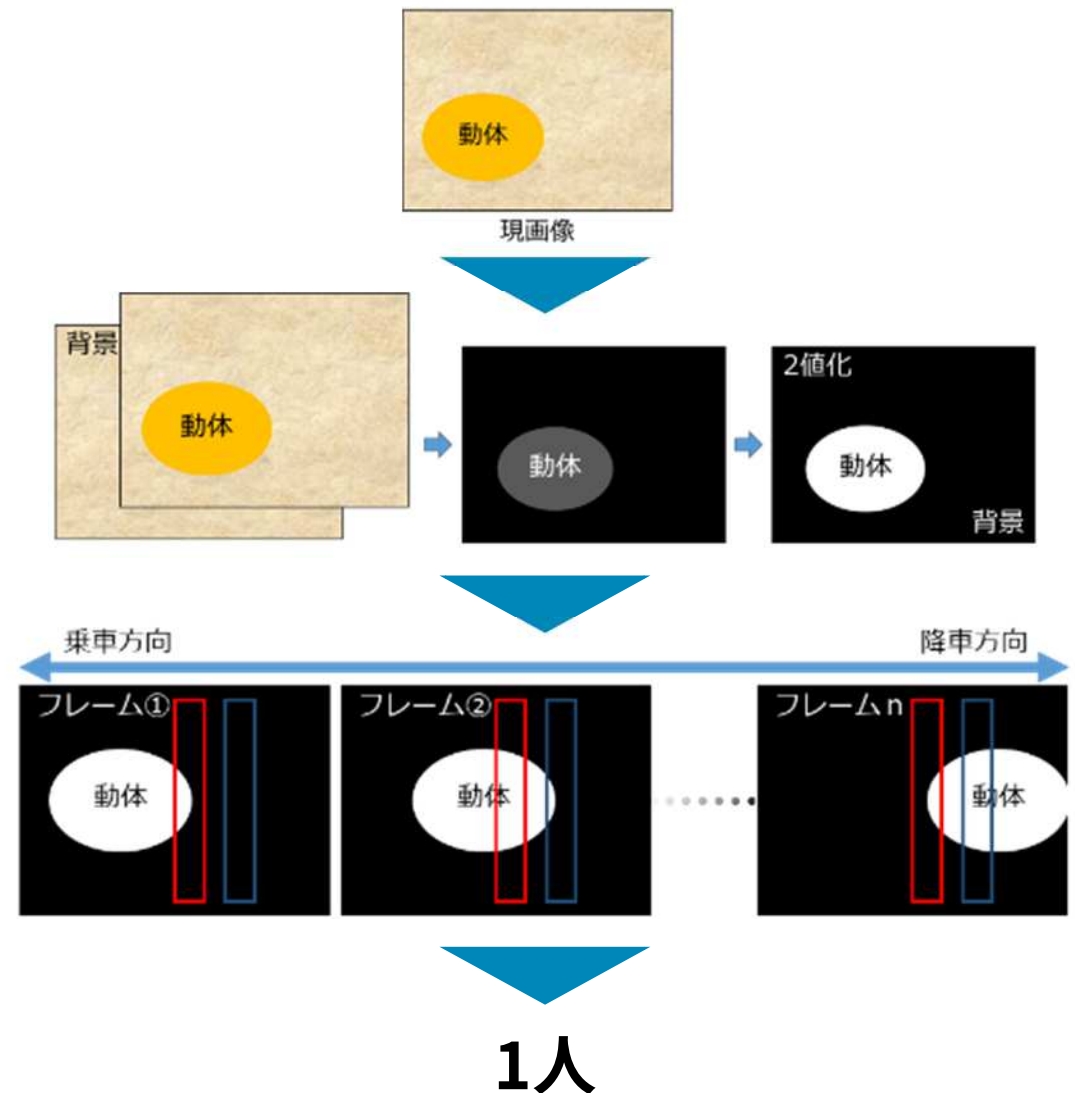
乗降者検出の画像処理手順

原画像の取得

動体抽出

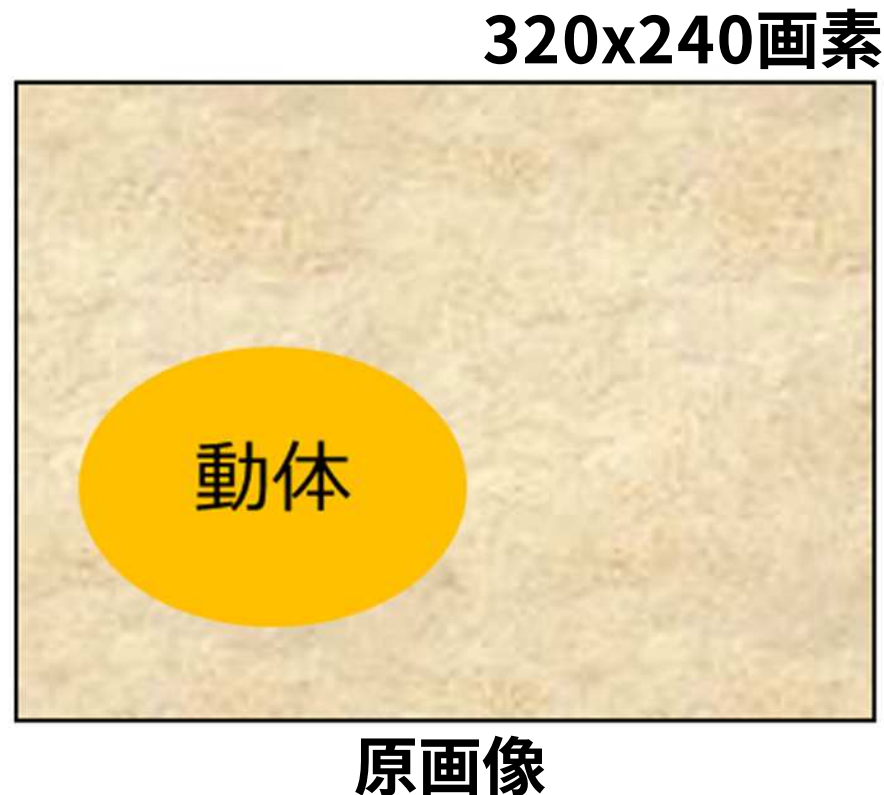
移動方向検出

人数カウント



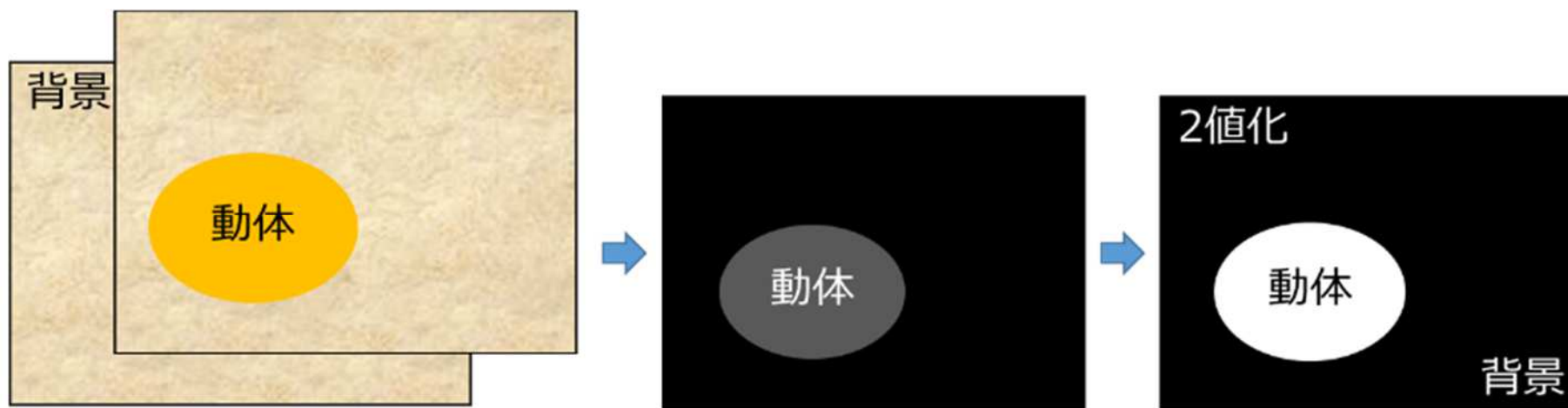
原画像の取得

- 解像度320x240画素の原画像取得
- カメラの出力フレームレートは30fpsに設定



動体の抽出

- 背景差分法を利用
- アルゴリズムは混合ガウス分布方式のKB手法*を利用
 - [KB法の特徴]
 - 学習によって背景画像を常に更新
 - 照明の変化や長時間映りこんでいるものを背景化



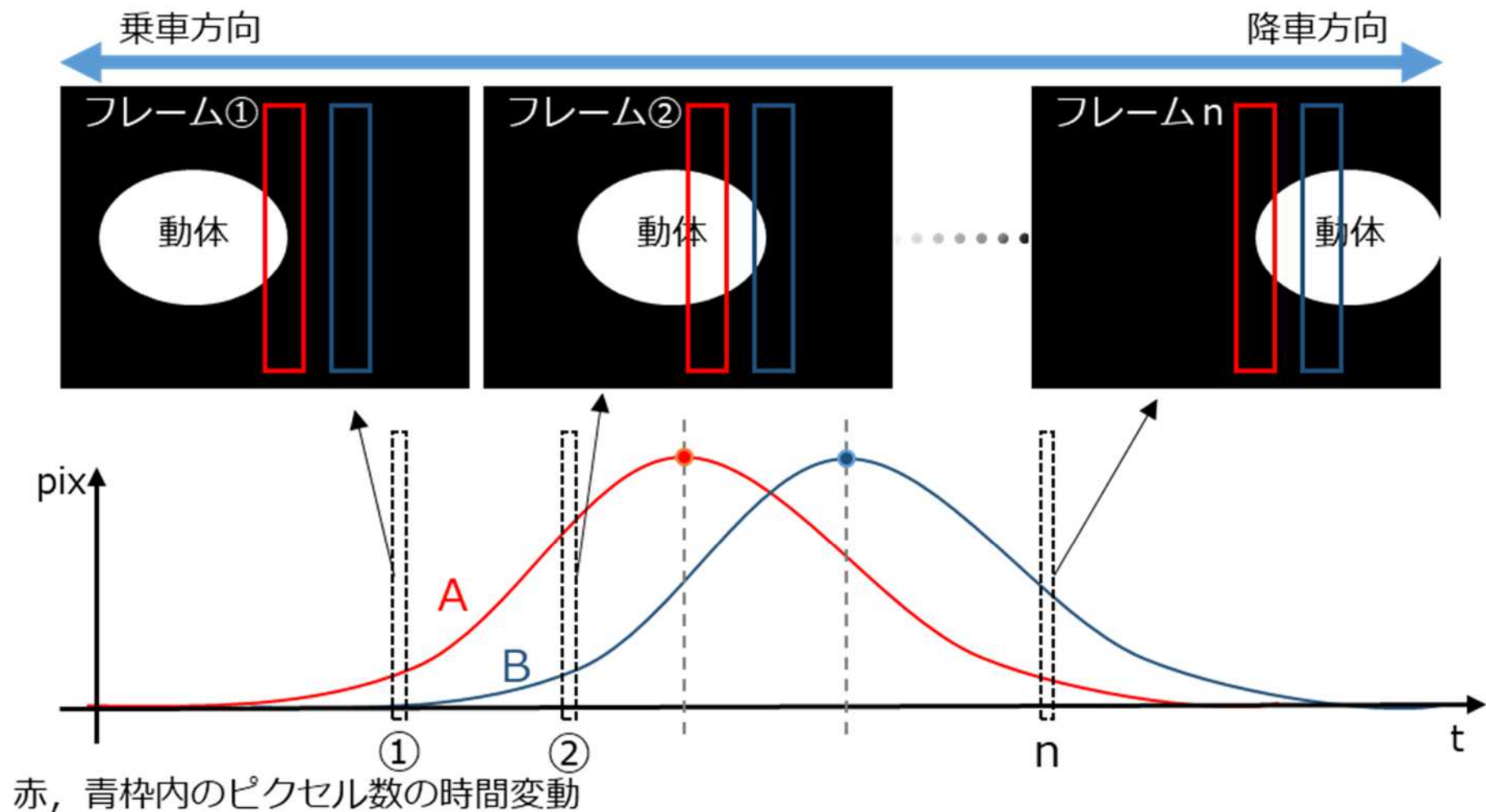
*P.KaewTraKulPong and R.Bowden

“An Improved Adaptive Background Mixture Model for Realtime Tracking with Shadow Detection”

In Proc. 2nd European Workshop on Advanced Video Based Surveillance Systems, AVBS01. Sept 2001.

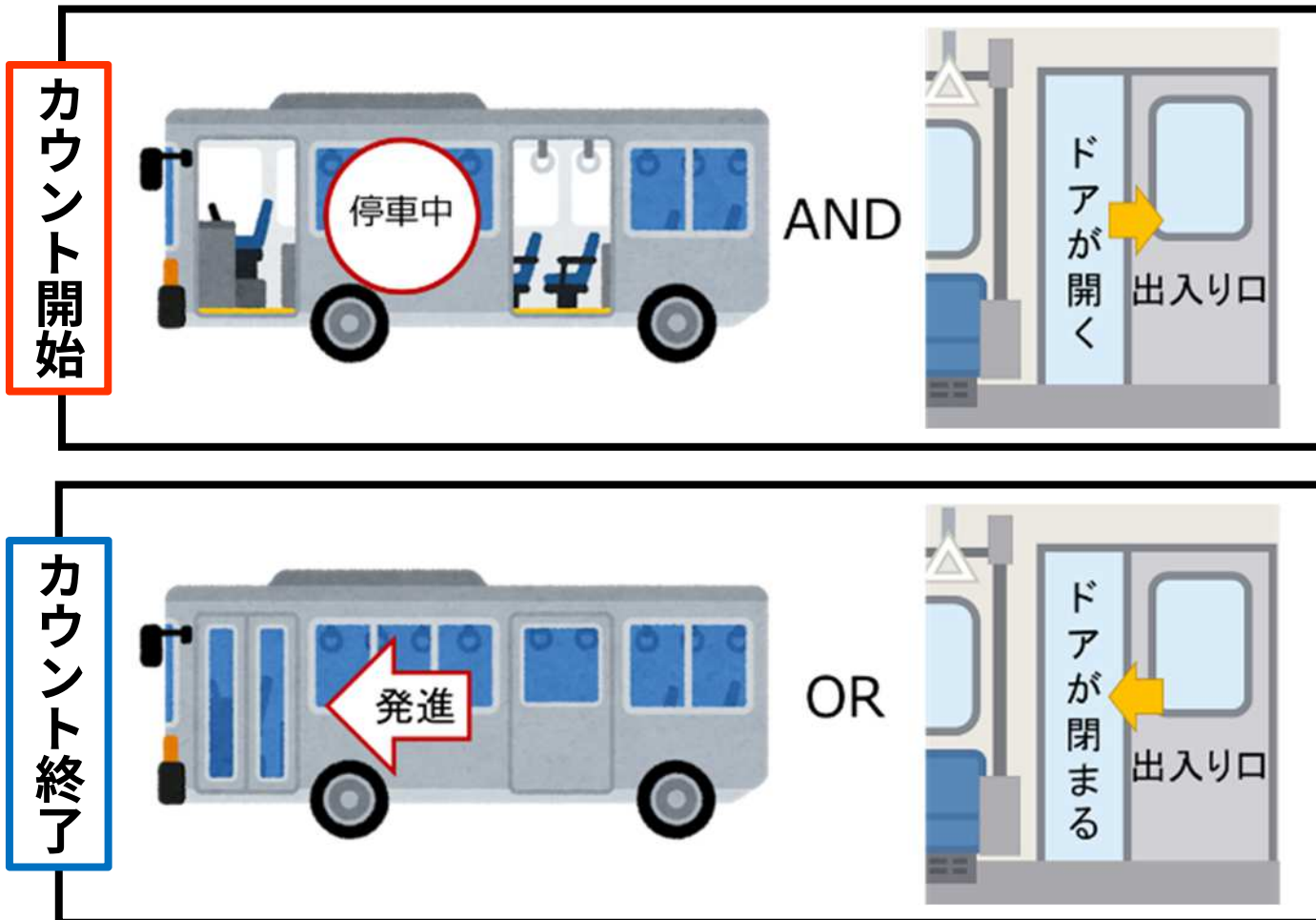
移動方向の検出

- 2値画像から抽出した動体領域の 픽セル数を計測
- 赤枠内と青枠内の 픽セル数の変動から乗降方向を検出



カウント開始・終了条件

- ・ 停車/発進はGPSの速度情報から検出
- ・ ドアの開閉は画像処理による動体抽出で検出



予備実験-学内エレベーター



エレベータ利用者カウント実験

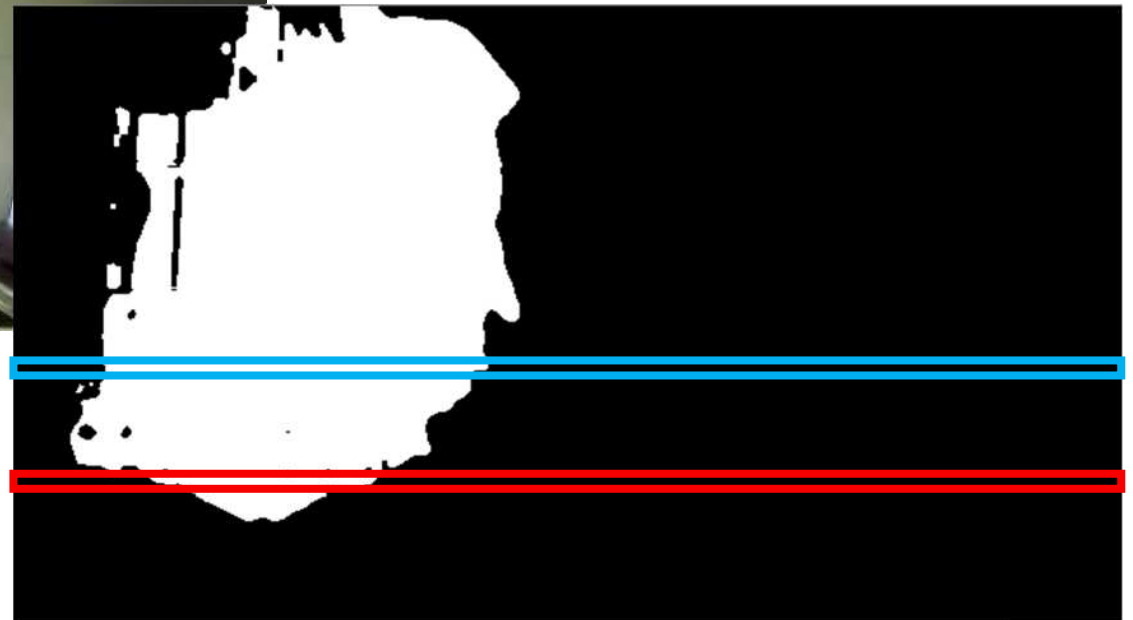
- 学内エレベータ上部にカメラを設置
- 機器を設置し乗降を記録
- 2019年10～12月の3ヶ月間に不定期でカウント処理を実験



実際の処理画面



原画像



Raspberry piの実機処理画面

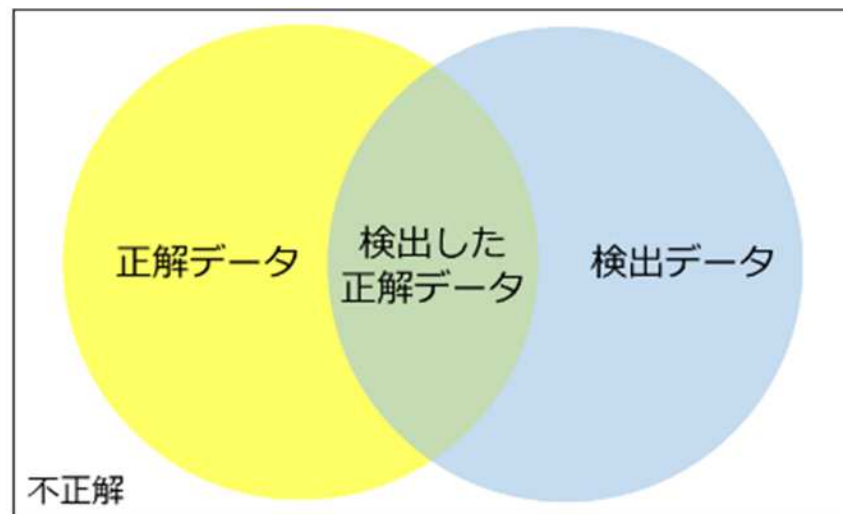
評価方法

カウント精度の評価は
再現率(**見落とし難さ**)と適合率(**間違い難さ**)を求め、
それらの調和平均であるF値によって評価

$$\text{再現率} = \frac{\text{検出した正解データ}}{\text{正解データ}} = 1 - \text{未検出率}$$

$$\text{適合率} = \frac{\text{検出した正解データ}}{\text{検出データ}} = 1 - \text{誤検出率}$$

$$\text{F値} = \frac{2 \times \text{適合率} \times \text{再現率}}{\text{適合率} + \text{再現率}}$$



予備実験-結果

実機上で画像処理を行い、検出精度の確認



F値は乗降どちらも目標値の90%未満

- 再現率は86.6～90.8 %と高い
- 適合率は64.8～73.7%と低い

予備実験における評価値

	乗降人数	再現率[%]	適合率[%]	F値[%]
乗車	152	90.8	64.8	75.6
降車	149	86.6	73.7	79.6

予備実験-考察

画像処理フレームレートは平均21fps

- 14～30fpsとばらつきがある
- 20fps未満のデータは適合率が大きく低下
→ 乗車は32.1%、降車は10.5%の精度低下

カウント時20fps 以上の評価値

	乗降人数	再現率[%]	適合率[%]	F値[%]
乗車	106	91.5	78.2	84.3
降車	72	90.3	79.3	84.4

カウント時20fps 未満の評価値

	乗降人数	再現率[%]	適合率[%]	F値[%]
乗車	46	89.1	46.1	60.7
降車	77	83.1	68.8	75.3

フレームレートの低下への対応

- プログラムでのUSBカメラの出力フレームレートの改善は未解決
- 15fps動作を前提として動体抽出と通過検出時のパラメータを調整

実証実験①-富山大学シャトルバス

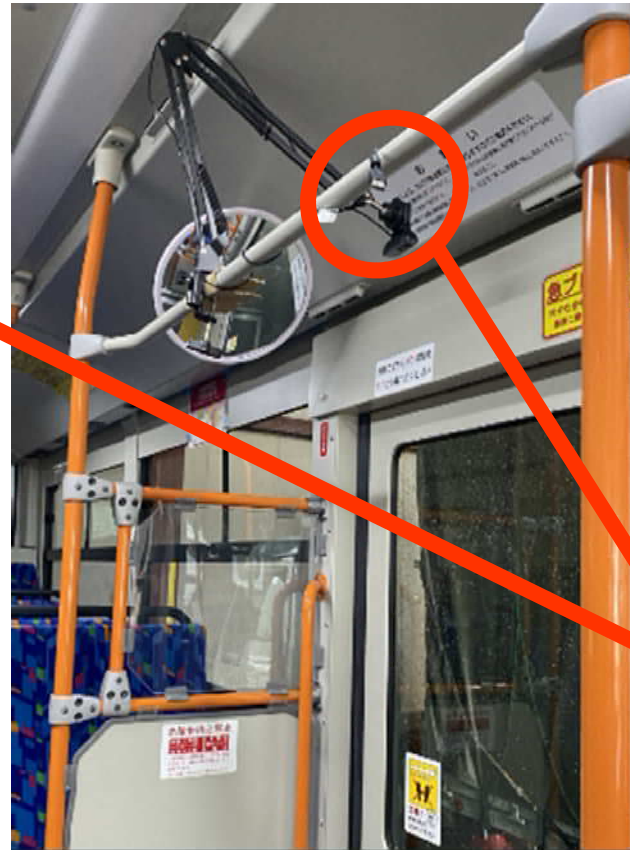


シャトルバスにおける実証実験

- ・ 2020年1月に富山大学のシャトルバスにてカウント実験
- ・ 前方扉、中央扉で乗降者数をカウント



前方扉



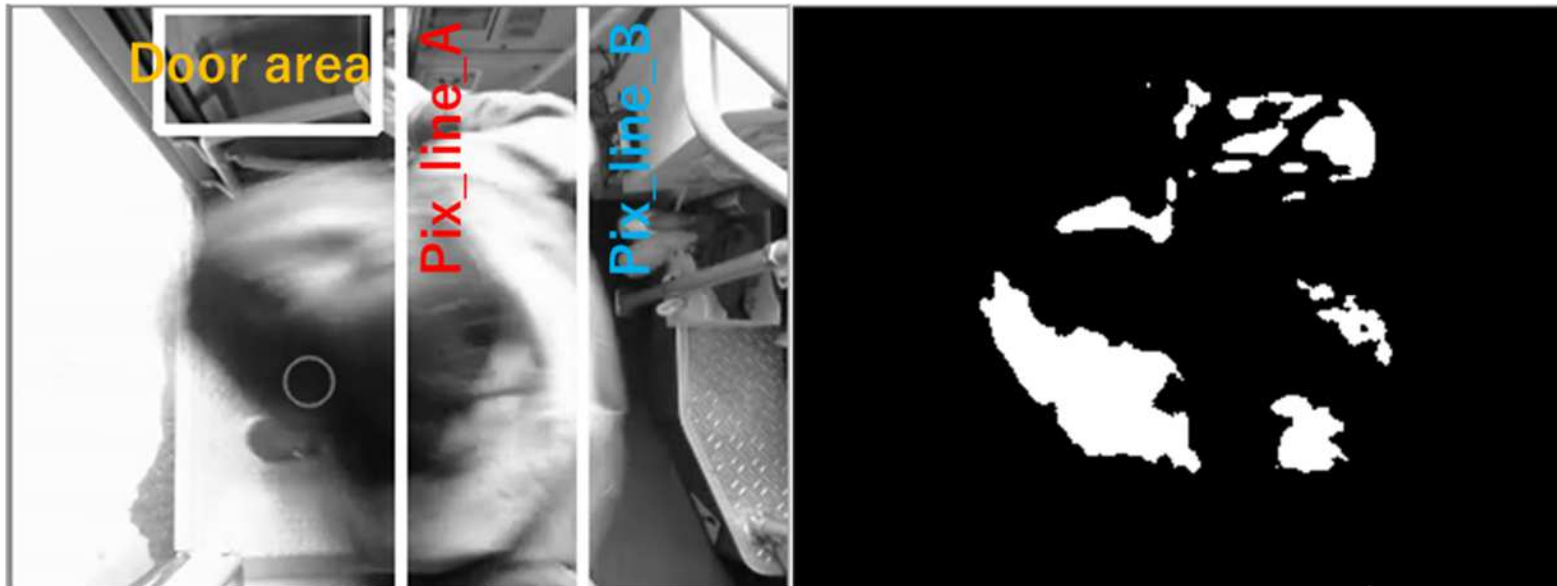
中央扉



富山大学シャトルバス

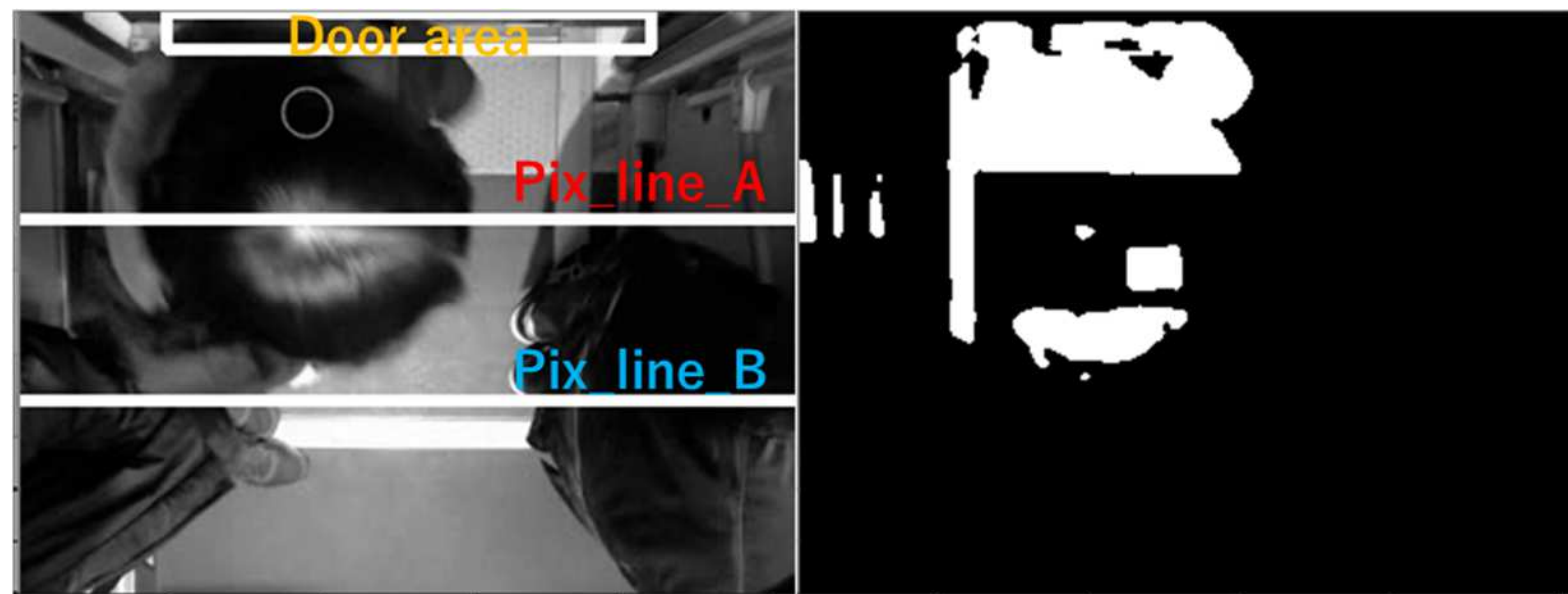
保持アームを用いて
前方扉、中央扉の
上部にカメラを設置

実際の処理画面



前方扉

中央扉



実証実験①-結果

平均処理フレームレートは低下したが…

- 前方扉は16.6fps、中央扉は17.6fps
→中央扉の乗車方向以外は85%以上の精度

前方扉の評価値

	乗降人数	再現率[%]	適合率[%]	F値[%]
乗車	76	86.8	90.4	88.6
降車	72	91.7	86.8	89.2

中央扉の評価値

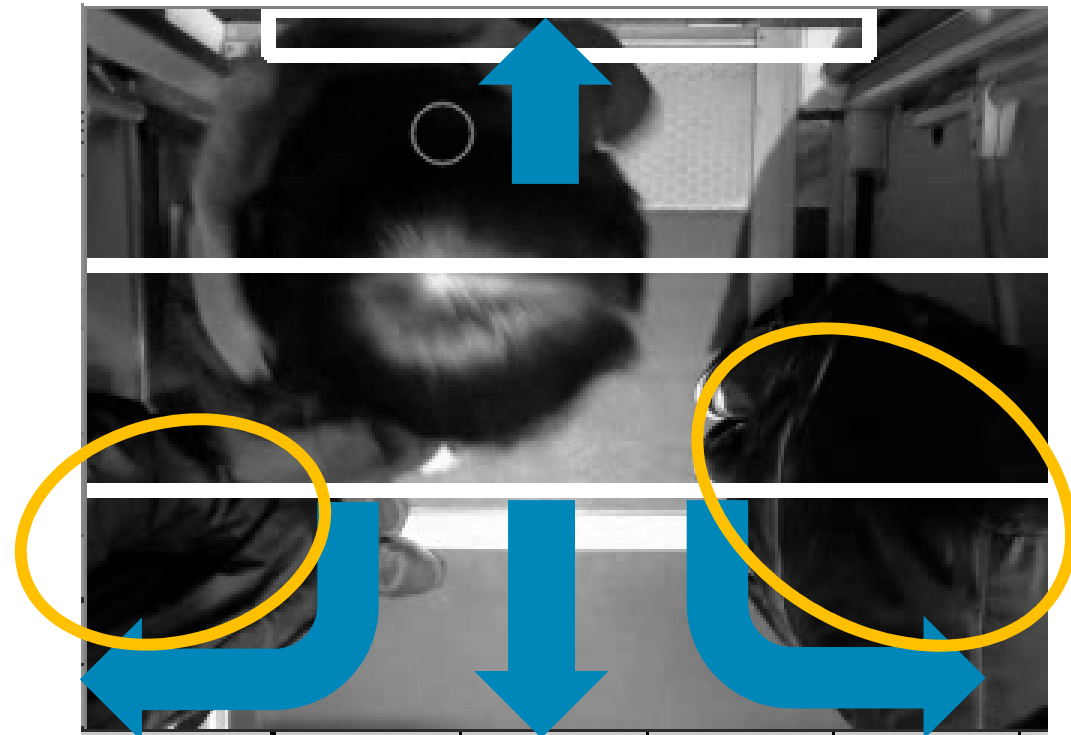
	乗降人数	再現率[%]	適合率[%]	F値[%]
乗車	68	72.1	80.3	76.0
降車	68	89.7	82.4	85.9

中央扉の精度低下について

- 前方扉に比べ乗車後の移動方向に自由度がある
- 乗降に関係のない利用者が画面内にいる可能性
- 前方扉に比べて扉の開閉時に動きが少ない



前方扉



中央扉

実証実験②- 「きときとバス」



画像処理の精度検証

運行中のバスで実験を行う前に
実車両で画像処理の精度検証を実施

実験条件

- 運行中のカウント実験に用いるバス
- **運行終了後(夜間)に車庫に停車中**
- バス車内、車庫内の照明あり
(光源の変化なし)
- 前方扉から乗車、中央扉から降車の繰り返し

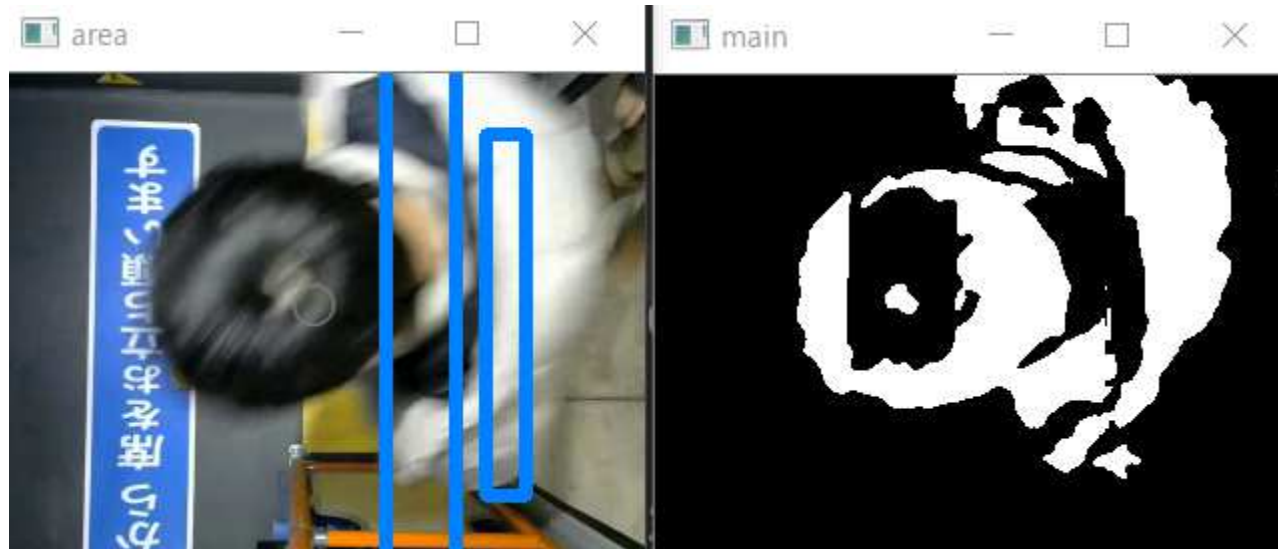


検証用動画像の撮影の様子

※ 実験には海王交通株式会社にご協力いただきました

画像処理の精度検証-結果

乗降ともに高い検出精度が得られた



実際の処理画像

画像処理の評価値

	乗降回数	再現率[%]	適合率[%]	F値[%]
前方扉-降車	192	96.9	100.0	98.4
中央扉-乗車	148	100.0	81.4	89.7

「きときとバス」における実証実験

- ・ 2020年3月に「きときとバス」⑦番線にてカウント実験
- ・ 中央扉で乗車数、前方扉で降車数をカウント



前方扉



中央扉

保持アームを用いて
前方扉、中央扉の
上部にカメラを設置

実証実験②-結果(1)

運行中のバスでは大きく検出精度が低下

- ➡ 正常にバスの停車やドアの開閉を検出できていない
 - … **GPSが正常に機能していない**(シャトルバスでは正常に機能)
 - … 車両の振動により映像が動く＝ドアが開いたと誤検出
- ➡ 乗降者カウントの開始タイミングにズレが生じ誤検出
 - … **バスの走行中にもカウント処理を行っている**
- ➡ 車両の振動と逆光により画像処理の検出精度が低下

「きときとバス」全データの評価値

	乗降回数	再現率[%]	適合率[%]	F値[%]
前方扉-降車	50	84.0	29.2	43.3
中央扉-乗車	52	86.5	43.3	57.7

実証実験②-結果(2)

バスが停車中にカウントを行っているデータのみの場合
F値は70%程度まで向上

除外したデータ

走行中にカウントを開始しているもの(誤検出)

➡ 適合率が低下している原因(再現率への影響はなし)

停車中にカウントを行っているデータのみの評価値

	乗降回数	再現率[%]	適合率[%]	F値[%]
前方扉-降車	50	84.0	59.2	69.4
中央扉-乗車	52	86.5	60.0	70.9

先行研究との比較

画像処理を用いた先行研究(福岡大学)との比較

→ 同程度以上の検出精度で機器を簡易化

	先行研究*		本研究**
画像処理方式	HOG特徴量方式	フレーム差分方式	背景差分方式
解像度	320x213	640x480	320x240
FPS	8	24	16~17
検出精度(F値[%])	60	70	70
処理方法	リアルタイム		リアルタイム
記録方法	大学DBサーバに送信		.csvをUSBに保存
電源	車両		バッテリー
車両設置物	通信サーバ、カメラ、機器		カメラ、機器
1車両の機器価格	10万円程度		約37,000円 (2台)

* 廣重法道，吉村賢治，中西恒夫，ほか：
「ローカル鉄道向け乗降者カウントシステムの開発」，第15回ITSシンポジウム2017，1-B-09，(2017)

** バスが停車中にカウントを行っているデータの場合

課題(1)

F値90%未満の検出精度
(画像処理自体の精度は89%と目標に近い値)



- ハードウェア改良による処理フレームレートの向上
- 走行時の振動を考慮したカメラの取り付け方法
- ソフトウェア最適化の模索
(Python3からC++へのリライトなど…)
- 乗降方向、扉ごとのパラメータ設定
- 2人以上の乗降者が一列に連なっている(間隔が小さい)場合の検出はさらなる研究が必要

課題(2)

**バス車両1台につき複数の機器が必要
(ドア1枚につき1台の機器を設置)**



- **バス車両1台につき1台の機器に統合**
 - Raspberry piの処理能力には余力あり
 - 発熱、電源の調査が必要
- **機器の統合によりさらなるコストカットが可能**

まとめ(前半) -カウントシステムの開発-

目的

安価で簡易的なバス乗降者数カウントシステムの開発とその精度検証

機器の開発

- 4万円以内で機器を製作
- 現状はロガーとして開発

カウントシステムの精度検証

- 運行中の実車両を用いた実証実験を実施
- 大学のシャトルバスでは90%に近い精度も得られたが、「きときとバス」ではGPSの誤作動等により43～58%まで精度が低下
- 「きときとバス」においても停車を正常に検出することができれば、乗降者数の検出精度は70%程度まで向上する

コミュニティバス利用者の利用満足度の分析

概要

- 射水市コミュニティバス「きときとバス」の利用者を対象として利用満足度に関するアンケート調査を実施
- アンケート調査結果(平成30年度＋令和元年度)を用いて、因子分析、重回帰分析、クラスターリング、カイニ乗検定と残差分析を実施
- 総合的な利用満足度に大きく影響を与える要因と、利用者の属性による利用満足度の特徴を明らかにした

平成30年度の課題

- サンプル数が少ない
 - ➡ 調査期間・調査路線の拡大
- 個人属性別の分析を行えていない
 - ➡ さまざまな個人属性を用いて分析
- アンケート調査項目がわかりづらく、回答者によっては質問意図の認識の差があった
 - ➡ アンケート調査項目の改善

利用満足度の調査(アンケート調査)



アンケート調査日程(平成30年度)

実施日	調査路線
11/21 (水)	⑭小杉駅・太閤山線 (ふれあいセンター方面・太閤山ランド方面)
11/26 (月)	①新湊・大門線 ②新湊・本江線 ⑦新湊・小杉線
11/28 (水)	⑯小杉駅・大江経由足洗線

アンケート調査日程(令和元年度)

	実施日	調査路線
第1回目	11/11 (月)	⑦新湊・小杉線
	11/19 (火)	⑭小杉駅・太閤山線 (ふれあいセンター方面)
	11/21 (木)	⑱堀岡・片口経由小杉駅線
	12/2 (月)	⑯小杉駅・大江経由足洗線
	12/3 (火)	①新湊・大門線
	12/4 (水)	⑭小杉駅・太閤山線 (太閤山ランド方面)
	12/10 (火)	②新湊・本江線 ⑬小杉地区循環線
	12/16 (月)	⑤新湊・越中大門駅線
第2回目	1/8 (水)	②新湊・本江線
	1/9 (木)	⑦新湊・小杉線
	1/15 (水)	⑭小杉駅・太閤山線 (ふれあいセンター方面)
	1/16 (木)	⑭小杉駅・太閤山線 (太閤山ランド方面)
	1/24 (金)	⑬小杉地区循環線

利用満足度の評価項目

国土交通省のガイドラインを参考に約20項目を評価

- 総合的な利用満足度
- 快適性※
- 運行便数
- 時刻表
- バス停数・場所・距離
- 運行経路
- 情報(車内・バス停)
- 情報(ネット)
- 乗り継ぎ
- 車両の設備※
- 車内の清潔さ※
- バス停の設備
- バス停の清潔さ※
- 運賃
- 運賃の支払い方法
- 乗車時間
- 運転手の対応
- 乗り心地
- 運行時刻の正確さ
- 車内の温度・湿度
- 車内の混雑度

※ 令和元年度追加項目

項目名の変更・追加と統一

項目名(平成30年度)	項目名(令和元年度)	統一後の項目名
総合的な利用満足度	利用満足度	総合的な利用満足度
-	快適性	-
運行頻度	運行便数	運行便数
時刻表	時刻表の時間設定	時刻表
バス停の数や場所	自宅から普段利用するバス停までの距離	バス停数・場所・距離
運行経路	運行経路	運行経路
車内やバス停でのバスの情報提供	路線図のわかりやすさ 時刻表のわかりやすさ	情報(車内・バス停)
バス停の設備	バス停の設備	バス停の設備
運賃	運賃	運賃
運賃の支払い方法	運賃の支払い方法	運賃の支払い方法
移動にかかる所要時間(乗車時間)	移動時にかかる時間(乗車時間)	乗車時間
運転手や窓口職員の対応	運転手の対応	運転手の対応
座り心地	バスの乗り心地	乗り心地
今回乗車時のバス運行時刻の正確さ	今回乗車時のバス運行時刻の正確さ	運行時刻の正確さ
現在(回答時)のバス車内の温度や湿度	現在(回答時)のバス車内の温度や湿度	車内の温度・湿度
現在(回答時)の混雑による乗り心地	現在(回答時)のバス車内の混雑度	車内の混雑度
他のバスや電車などとの乗り継ぎ	他のバスや電車などとの乗り継ぎ	乗り継ぎ
インターネットでのバスの情報提供	バスロケ(バス位置情報)のわかりやすさ	情報(ネット)
-	バス車両の設備	-
-	バス車内の清潔さ	-
-	バス停の清潔さ	-

利用満足度の評価方法

バス利用者を対象

➡ バス車内でアンケート調査を実施

問 5: 「きときとバス」に対する利用満足度はどのくらいですか？

各項目の利用満足度に当てはまる数字（**5～1**）に○をつけてください。

	満足	やや 満足	どちら でもない	やや 不満	不満
①運行頻度	5	4	3	2	1
②時刻表	5	4	3	2	1

⋮

利用満足度評価の対象路線

- ①新湊・大門線
- ②新湊・本江線
- ⑤新湊・越中大門線※
- ⑦新湊・小杉線
- ⑬小杉地区循環線※
- ⑭小杉駅・太閤山線
- ⑯小杉駅・大江経由足洗線
- ⑱堀岡・片口経由小杉駅線※

※ 令和元年度追加路線



(路線図はGTFSを用いてGISで独自に作成)

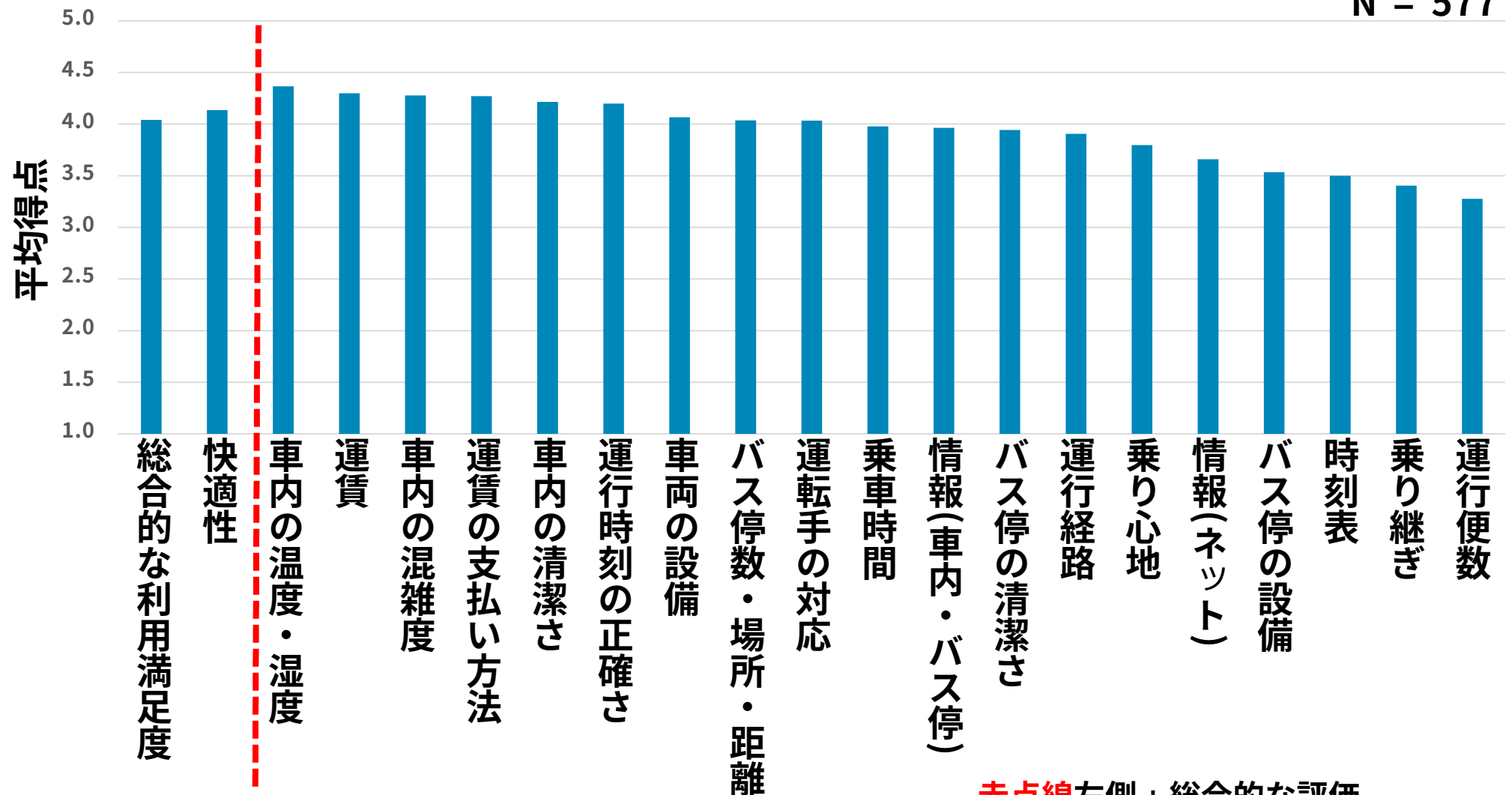
アンケート調査結果 -回答者数-

路線	回答者数[人] (平成30年度)	回答者数[人] (令和元年度)	全体合計 [人] 577
①新湊・大門線	15	22	
②新湊・本江線	16	72	
⑤新湊・越中大門駅線	-	30	
⑦新湊・小杉線	35	74	
⑬小杉地区循環線	-	37	
⑭小杉駅・太閤山線 (ふれあいセンター方面)	43	81	
⑭小杉駅・太閤山線 (太閤山ランド方面)	29	51	
⑯小杉駅・大江経由足洗線	24	24	
⑱堀岡・片口経由小杉駅線	-	24	
計	162	415	

各項目の利用満足度の平均得点

バス利用者は全体的に利用満足度が高い

N = 577



赤点線左側：総合的な評価
赤点線右側：各サービス品質に対する評価

利用満足度の分析



利用満足度分析の目的

Part 1

総合的な利用満足度に影響する要因を明らかにする

➡ 因子分析 + 重回帰分析

Part 2

利用者属性別の利用満足度の特徴を見出す

➡ 因子分析 + クラスタリング + カイ二乗検定と残差分析

各属性の特徴に応じた総合的な利用満足度の向上方法を検討

利用満足度分析の目的

Part 1

総合的な利用満足度に影響する要因を明らかにする

➡ 因子分析 + 重回帰分析

Part 2

利用者属性別の利用満足度の特徴を見出す

➡ 因子分析 + クラスタリング + カイ二乗検定と残差分析

各属性の特徴に応じた総合的な利用満足度の向上方法を検討

因子分析

サービス別の利用満足度を要約する

➡ 複数の利用満足度の項目から共通因子を抽出



利用満足度の
アンケート調査結果



共通因子

因子分析に使用するデータ

- 各サービス品質に対する利用満足度16項目
(平成30年度に調査した項目に統一)
- 全ての項目について回答しているバス利用者の
データから外れ値を除いた245人分のデータ
(平成30年度：75人、令和元年度：170人)

※昨年度の分析では、外れ値4人分を含むバス利用者79人分のデータを使用

抽出した共通因子(1)

因子1

- 時刻表
- 運行便数
- バス停数・
場所・距離
- 乗り継ぎ



路線設計要因

因子2

- 車内の混雑度
- 車内の温度・湿度
- 運行時刻の正確さ



時变的要因

因子3

- 情報
(車内・バス停)
- 情報
(ネット)
- バス停の設備



情報要因

抽出した共通因子(2)

因子4

- 乗り心地
- 運転手の対応
- 乗車時間



心理的要因

因子5

- 運賃の支払い方法
- 運賃



運賃要因

因子6

- 運行経路



運行経路要因

平成30年度の因子分析結果との比較

サンプル数を増やしても同様の因子が抽出

n = 79

n = 245

平成30年度

路線設計要因

- ・ 時刻表
- ・ 運行便数
- ・ バス停数・場所・距離
- ・ 運行経路
- ・ バス停の設備

時变的要因

- ・ 車内の混雑度
- ・ 車内の温度・湿度
- ・ 運行時刻の正確さ

心理的要因

- ・ 乗り心地
- ・ 運転手の対応

付加サービス要因

- ・ 情報(車内・バス停)
- ・ 情報(ネット)
- ・ 乗り継ぎ

実利用要因

- ・ 運賃の支払い方法
- ・ 運賃
- ・ 乗車時間

平成30年度＋令和元年度

路線設計要因

- ・ 時刻表
- ・ 運行便数
- ・ バス停数・場所・距離
- ・ 乗り継ぎ

時变的要因

- ・ 車内の混雑度
- ・ 車内の温度・湿度
- ・ 運行時刻の正確さ

心理的要因

- ・ 乗り心地
- ・ 運転手の対応
- ・ 乗車時間

情報要因

- ・ 情報(車内・バス停)
- ・ 情報(ネット)

運賃要因

- ・ 運賃の支払い方法
- ・ 運賃

運行経路要因

- ・ 運行経路

赤字：同一の内容

因子得点の算出

各要因に対する各回答者の因子得点を算出

➡ 因子得点が高い = 利用満足度が高い

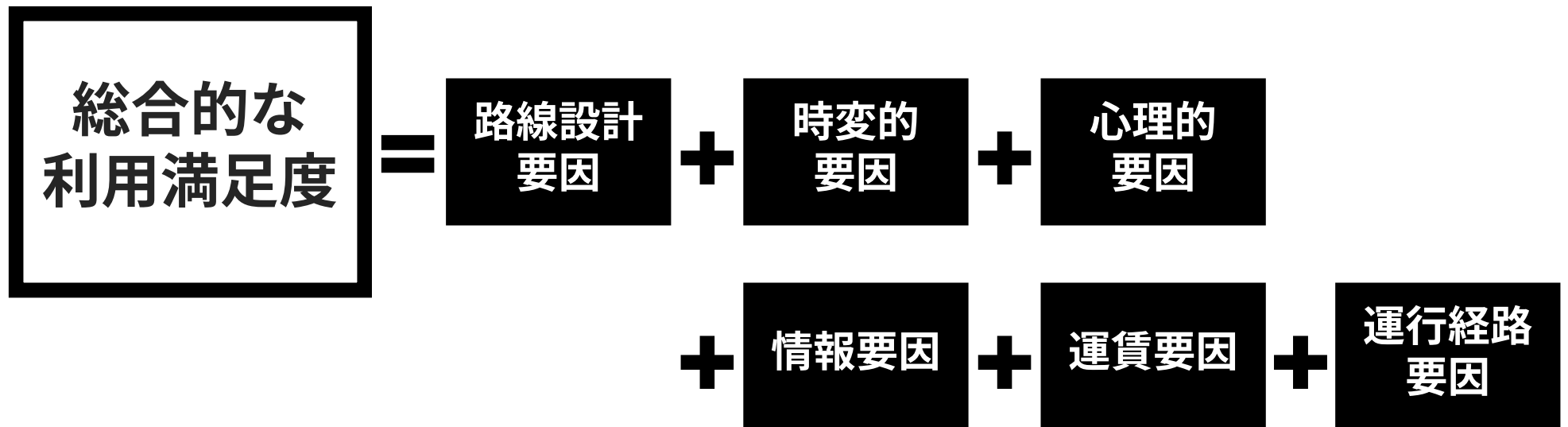
	路線設計 要因	時变的要因	情報要因	心理的要因	運賃要因	運行経路 要因
回答者1	-0.47	-0.02	0.23	0.64	1.14	-0.20
回答者2	-0.96	0.76	0.08	0.53	0.96	1.04
回答者3	-1.85	-1.60	-0.54	-0.93	0.10	0.50
回答者4	0.58	-2.70	0.22	1.20	0.25	-0.85
回答者5	0.41	0.30	2.77	1.65	-5.14	1.26

⋮

重回帰分析

サービス別の利用満足度の要因が
総合的な利用満足度を与える影響の大きさを明らかにする

➡ 総合的な利用満足度を目的変数、
各要因の因子得点を説明変数として重回帰式を得る



総合的な利用満足度への影響度

大
↑
重回帰式の
説明変数の係数
↓
小

心理的要因 : 乗り心地、運転手の対応 等

路線設計要因 : 時刻表、運行便数 等

時变的要因 : 車内の混雑度、車内の温度・湿度 等

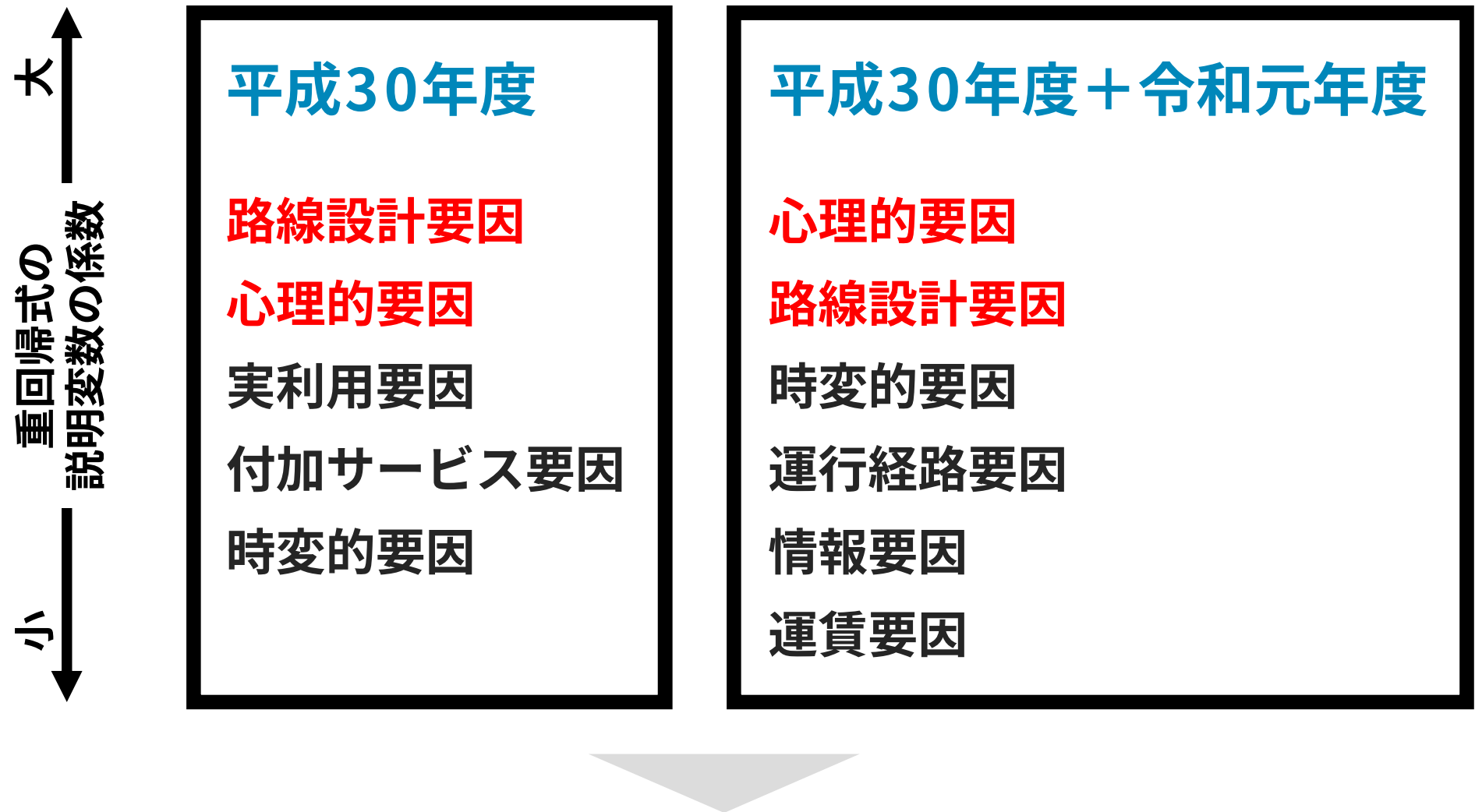
運行経路要因 : 運行経路

情報要因 : 情報(車内・バス停、ネット) 等

運賃要因 : 運賃の支払い方法、運賃

総合的な利用満足度には「心理的要因」が最も影響

平成30年度の重回帰分析結果との比較



総合的な利用満足度には「路線設計要因」と「心理的要因」が大きく影響

利用満足度分析の目的

Part 1

総合的な利用満足度に影響する要因を明らかにする

➡ 因子分析 + 重回帰分析

Part 2

利用者属性別の利用満足度の特徴を見出す

➡ 因子分析 + クラスタリング + カイ二乗検定と残差分析

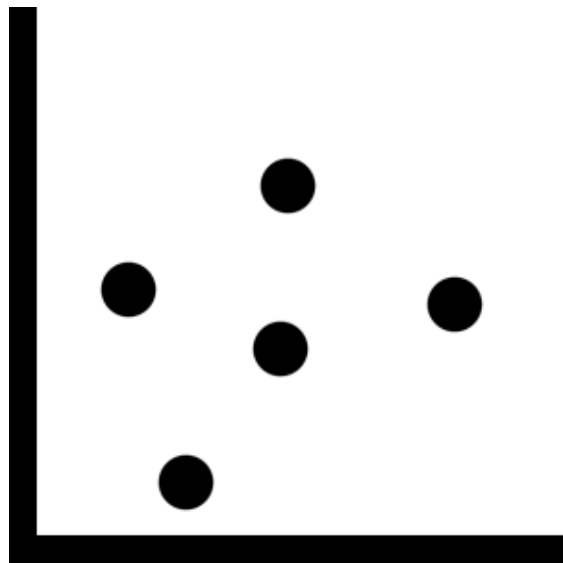


各属性の特徴に応じた総合的な利用満足度の向上方法を検討

学習データなしの深層学習

回答者を潜在的なグループに分割する

➡ 算出した因子得点を用いてクラスタリング



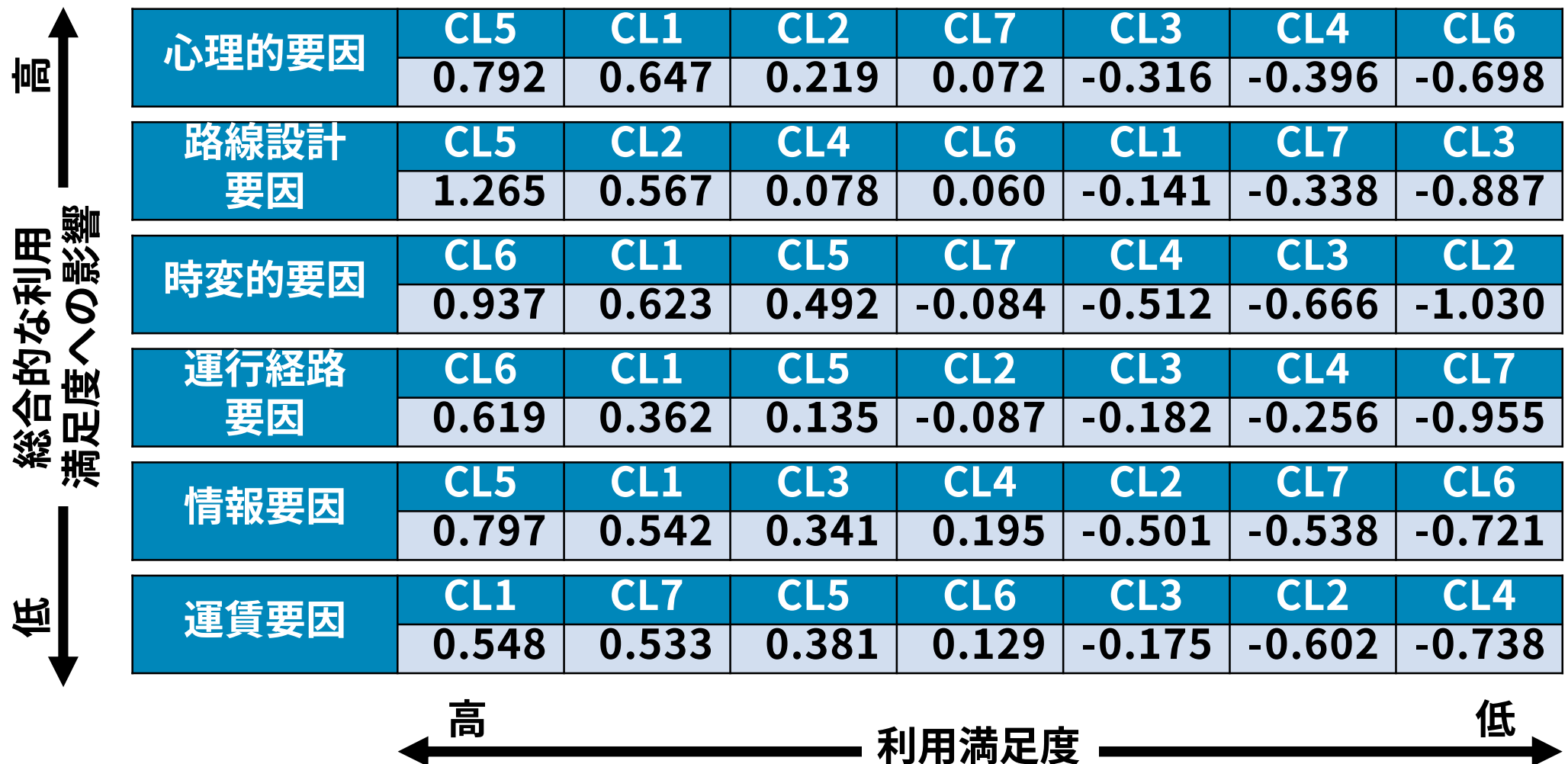
因子得点の算出結果



クラスタリング

各要因における各クラスタの重心値

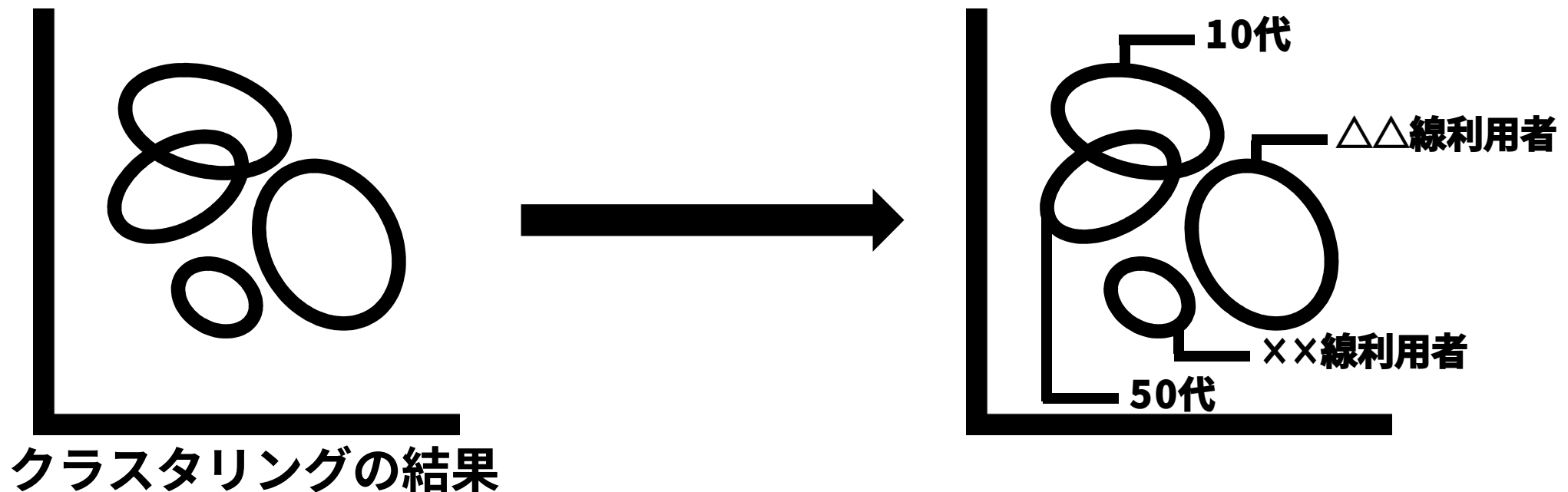
重心値が高いほど利用満足度が高い



カイ二乗検定と残差分析

属性別の利用満足度の特徴を明らかにする

➡ クラスタリングで得られた各クラスタ中に有意に多い属性を明らかにする



各クラスタ中に有意に多い属性(1)

※有意水準5%において有意差が認められたもの

クラスタ1(CL1)

- ①新湊・大門線の利用者
- ⑤新湊・越中大門駅線の利用者
- 10代の利用者

クラスタ2(CL2)

- バスの利用頻度を「ほぼ利用しない」と回答した利用者
(「ほぼ毎日」と回答した利用者が有意に少ない)
- 50代の利用者

クラスタ3(CL3)

- ②新湊・本江線の利用者
- ⑤新湊・越中大門駅線の利用者
- バスの利用頻度を「ほぼ毎日」と回答した利用者

各クラスタ中に有意に多い属性(2)

※有意水準5%において有意差が認められたもの

クラスタ4(CL4)

- ・ ⑦新湊・小杉線の利用者

クラスタ5(CL5)

- ・ 30代の利用者

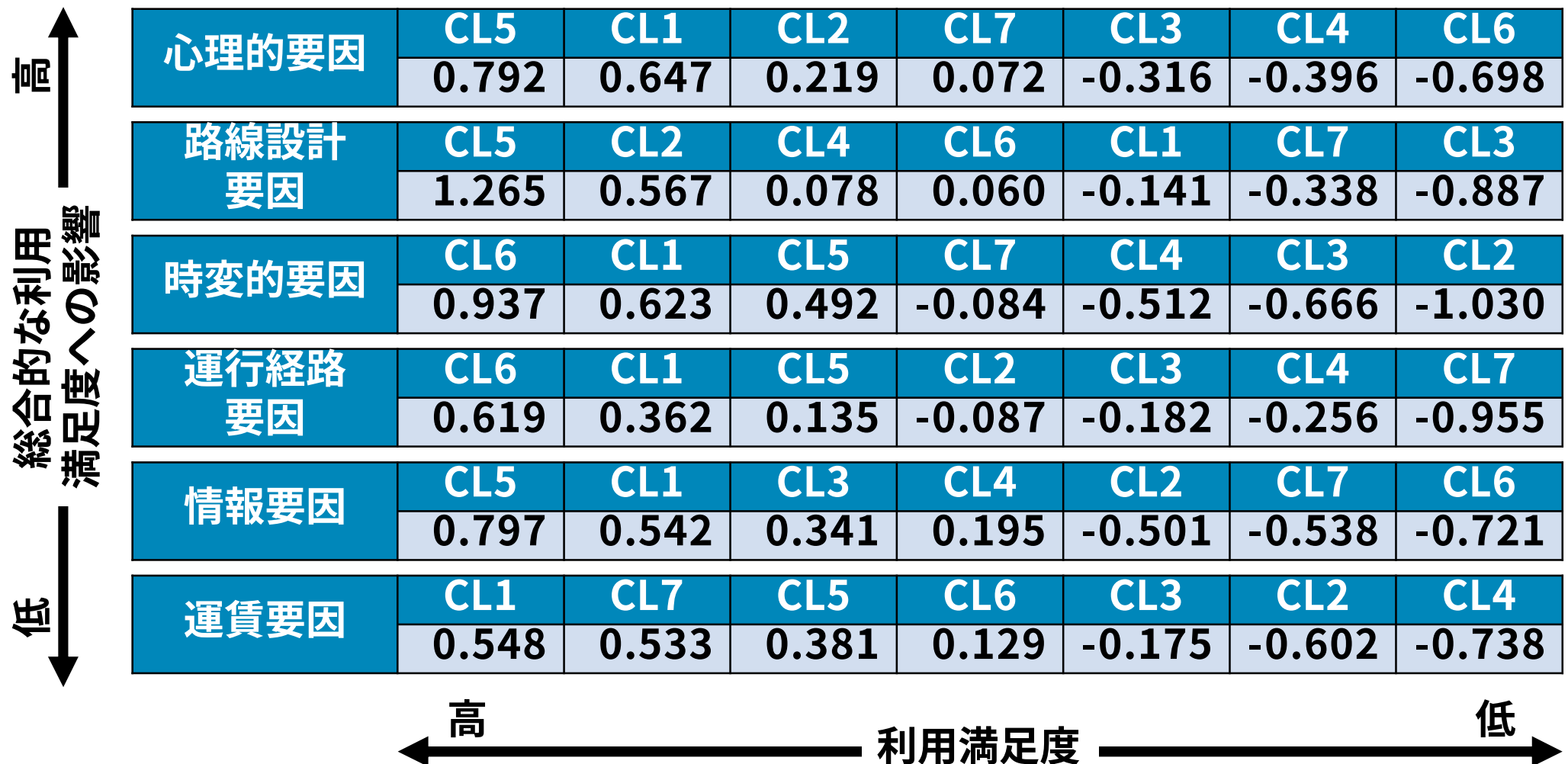
クラスタ6(CL6)

- ・ ⑭小杉駅・太閤山線(太閤山ランド方面)の利用者

クラスタ7(CL7)

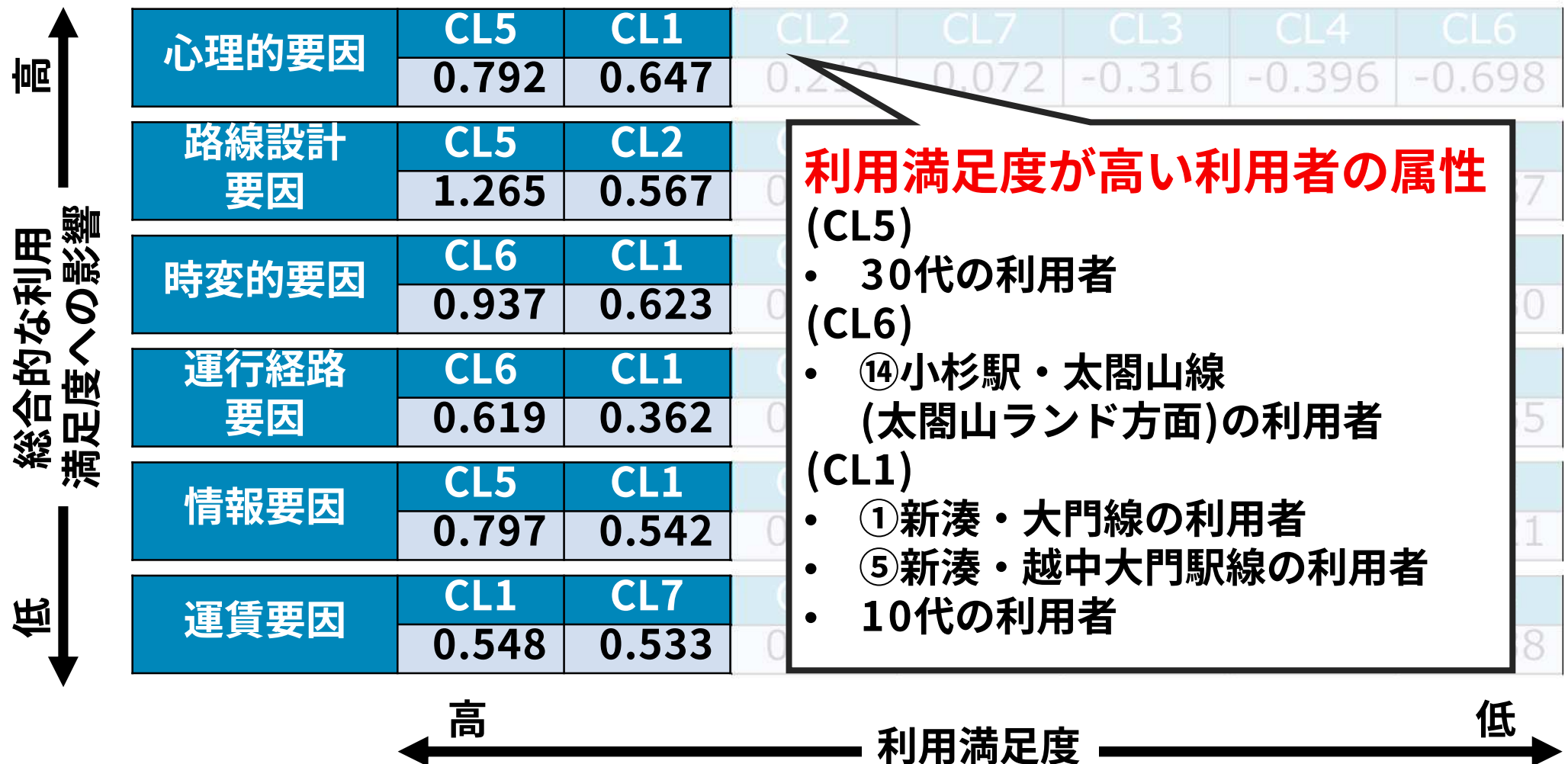
- ・ ⑭小杉駅・太閤山線(ふれあいセンター方面)の利用者

利用者の属性と利用満足度(1)



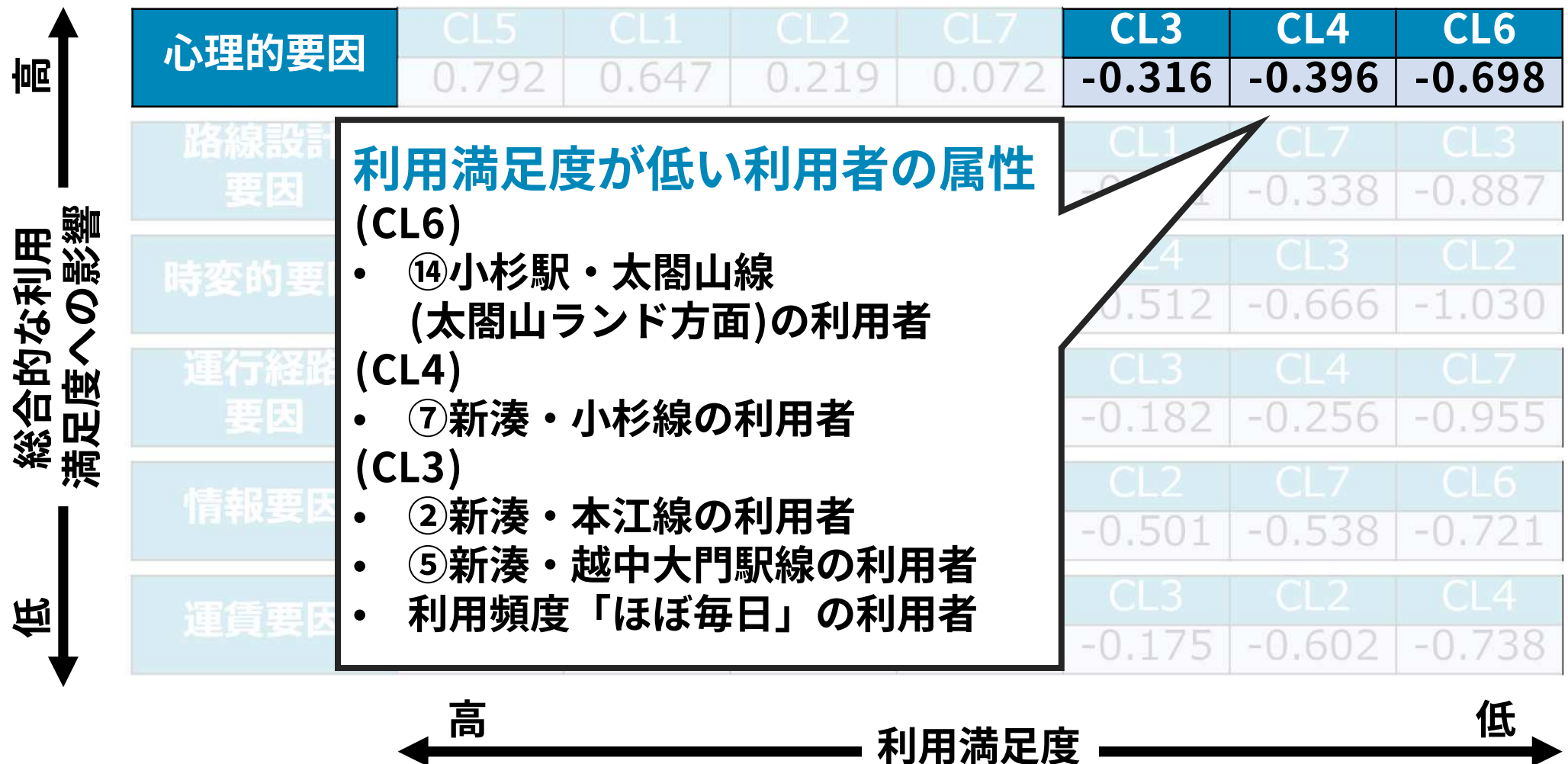
利用者の属性と利用満足度(1)

CL5、CL6、CL1の利用満足度が高い



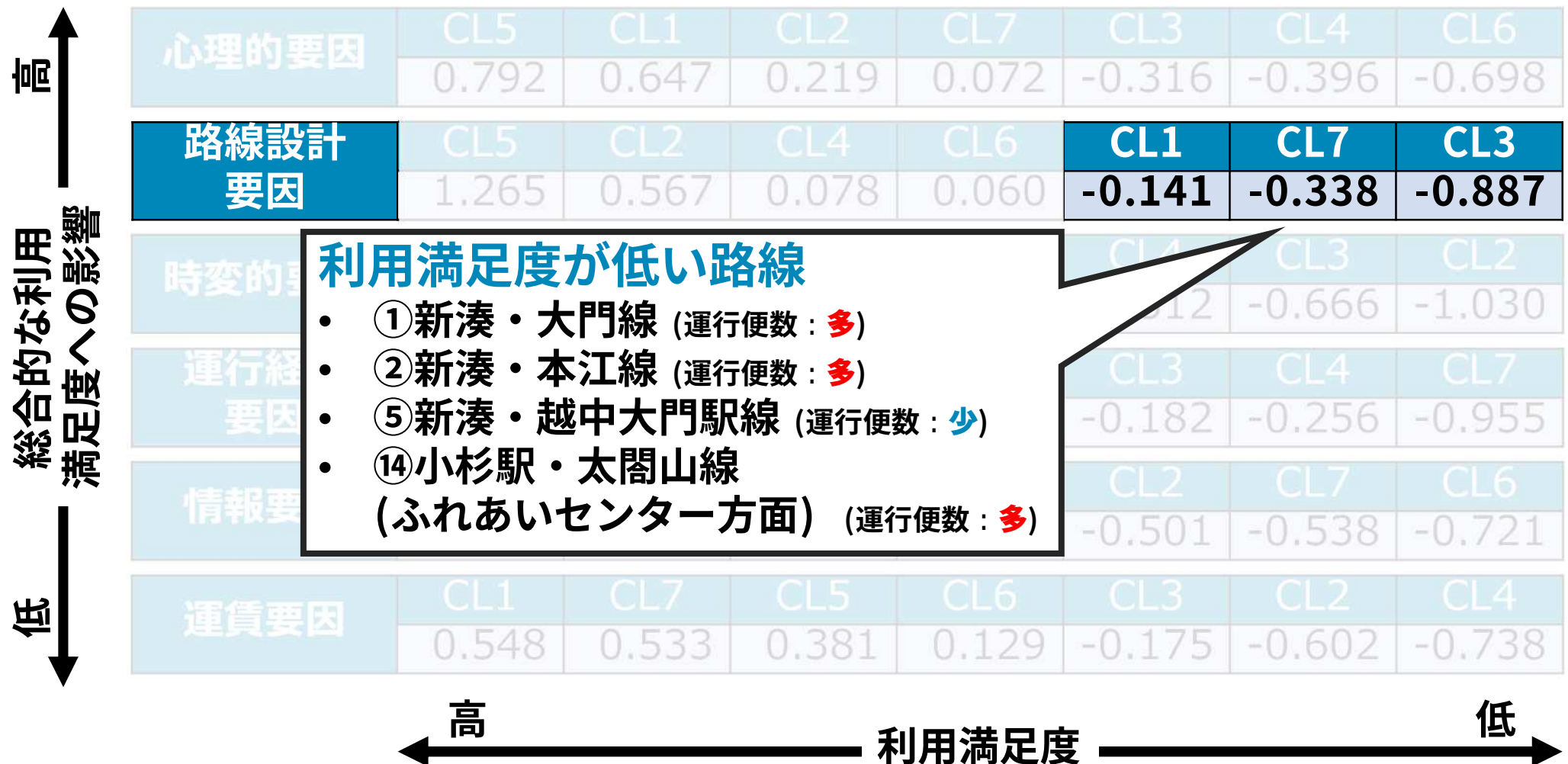
利用者の属性と利用満足度(2)

CL6、CL4、CL3の利用満足度が低い



路線特性と利用満足度

運行便数が多い路線の利用満足度が低い



因子分析と重回帰分析の結果に関する考察

- 因子分析では、サンプル数を増やしても累積寄与率の向上は見られなかった
- サンプル数を増やしても前回と同様の因子が抽出された
- 重回帰分析では、両年度ともに係数が高い要因は「路線設計要因」と「心理的要因」であった



- 平成30年度の分析結果の再現性が認められた
- 本分析結果が「きときとバス」利用者の現状である

総合的な利用満足度に与える 影響に関する考察

- 総合的な利用満足度には「路線設計要因」と「心理的要因」が大きく影響している
- 「路線設計要因」の改善には大きなコストを要するが、「心理的要因」は比較的低コストで改善が可能である



「心理的要因」の利用満足度が低い路線※では、
運転手の対応の改善や丁寧な運転を心がけることにより
全体的な利用満足度の向上につながると考えられる

本研究の成果

- 総合的な利用満足度に影響する要因を明らかにした
- 利用者属性別の利用満足度の特徴を見出した
- 少ないサンプル数でも「きときとバス」利用者の現状を十分に反映することができた



アンケート調査を実施し、少ないサンプル数であっても調査結果を用いて分析を行うことにより、利用者属性別の総合的な利用満足度を向上させる要因を把握することが可能に

まとめ(後半) -利用満足度の分析-

目的

「きときとバス」利用者の利用実態の調査と利用満足度の分析

利用満足度の調査

- ・平成30年度よりも大幅にサンプル数を増加
- ・「きときとバス」利用者は全体的に利用満足度が高い

利用満足度の分析

- ・サンプル数の増加により、より詳細な分析が可能となったが、少ないサンプル数でも現状を十分に反映できていることがわかった
- ・総合的な利用満足度には「路線設計要因」と「心理的要因」が大きく影響している
- ・運転手の対応を改善することにより、コストを抑えつつ利用満足度の向上が期待される

まとめ(全体)

- Raspberry Pi等を用いることで、
安価なバス乗降者数カウントシステムが開発可能
- 短期的には運転手の対応を改善し、
長期的には路線設計の見直しを行うことで、
「きときとバス」の利用満足度の向上が期待される
- 一部の小地域ではコミュニティバスの代替として
相乗りシステムの導入を検討することで、
コストと利便性の両面から効率的な交通網の形成が期待される

相乗りに関する取り組み事例(1)

茨城県日立市

- 通勤型デマンドバス、相乗りタクシーを提供
- 日立市新モビリティ協議会*がMaaSを用いた実証実験を実施

[https : /www.michinori.co.jp/pdf/20200128_PR_ibako.pdf](https://www.michinori.co.jp/pdf/20200128_PR_ibako.pdf)

* 茨城交通株式会社、電鉄タクシー株式会社、株式会社みちのりホールディングス、株式会社日立製作所、茨城県、日立市、株式会社常陽銀行、茨城大学により構成

北海道天塩町

- notteco(相乗りマッチングサイト)と天塩町が連携した相乗り交通事業
- 住民説明会、登録会を実施した後、実証実験を実施

[http : //lp.notteco.jp/teshio/about.html](http://lp.notteco.jp/teshio/about.html)

[https : /www.pref.ehime.jp/h10800/shichoshinko/renkei/gyoukakukoushien/documents/teshiotyoutoujitsushiryoku.pdf](https://www.pref.ehime.jp/h10800/shichoshinko/renkei/gyoukakukoushien/documents/teshiotyoutoujitsushiryoku.pdf)

相乗りに関する取り組み事例(2)

シェアリングエコノミー推進プログラムの進捗状況 — シェアリングシティ構想の推進

自治体におけるシェアリングエコノミー導入事例

平成28年11月、秋田県湯沢市、千葉県千葉市、静岡県浜松市、佐賀県多久市、長崎県島原市の5市の首長らが東京に集まり、シェアリングエコノミーによる「共助」で地域課題解決を目指す、「シェアリングシティ宣言」を発表。

自治体	地域の課題等	取組
	島原城等文化施設の収益化等 観光事業の活性化が課題	島原城等の観光施設をスペースマーケットに掲載 全国に向けてPRし収益化を目指す  
	人口流出が加速し、少子高齢化が進む。 働く場所が少なく、人口流出が続く	- 多久市ローカルシェアリングセンターを通して クラウドソーシング活用のサポートを実施 - 多久市観光協会・ローカルシェアリングセンター を通して新しい体験観光を創造・発信  
	国土縮図型の政令指定都市だが、中山間 地域の人口減少が顕著地域活性化のため 交流人口の拡大が課題	市北部の中山間地域の観光体験プラン提供や遊休 資産活用で連携  
	国際会議等MICE開催地として千葉市の 魅力向上 MICE誘致の促進	市内ユニークベニュー施設の積極的活用 市所有施設、市内の民間所有施設をスペースマ ーケットに掲載  
	高齢化率が35%超え、人口減少・少子 高齢化が進む 公共サービスのサービス低下を懸念	共助コミュニティ浸透を図ることで、子育て世代 の住みやすい街へ アズママの子育てシェアの仕組みを活用し幼保小の 親同士、近所、知人・友人がつながり、子どもの送 迎や託児を頼り合う  

13

学術発表等

- 夏野健，高野詩菜，小川佑太，堀田裕弘，菊池宗史，田淵浩之，‘富山県全域におけるバスロケーションシステムのプロトタイプの有効性に関する考察’，第16回ITSシンポジウム2018，3-A-08，2018.
- 小川佑太，高野詩菜，夏野健，堀田裕弘，‘バスロケーションシステムにおける各種表示内容の有用性に関する考察’，第16回ITSシンポジウム2018，4-A-11，2018.
- 高野詩菜，‘サービス品質と利用満足度を考慮したコミュニティバスの評価’，富山大学 大学院 理工学教育部 平成30年度修士学位論文，2019-02-04.
- 夏野健，高野詩菜，堀田裕弘，‘画像処理を用いた公共交通向けの簡易的な乗降者カウントシステムの試作’，第17回ITSシンポジウム2019，3-B-03，2019.
- 高野詩菜，夏野健，堀田裕弘，‘サービス品質と利用満足度を考慮したコミュニティバス利用者の分析’，第17回ITSシンポジウム2019，3-A-09，2019.

お問い合わせ

富山大学 都市デザイン学部
都市・交通デザイン学科
堀田 裕弘

メールアドレス：
horita@sus.u-toyama.ac.jp