

大学循環バス運行の不確実性の 計測と改善策の検討



グループ演習6班

松崎 和也 土田 光

範 俊傑 樋口 達也

アドバイザー教員 梅本 通孝

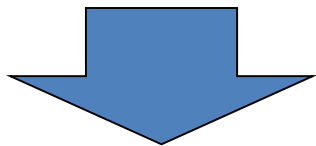


不確実性

ある事象の発生の有無が「確実でない」こと

大学循環バス

- ✓ 筑波大学関係者を中心に多くの利用者
- ✓ 定時運行がなされていない
- ✓ 利用者にとって不便な部分が多い



交通手段の交錯する公道は不確実性が内在
⇒ 定時運行を妨げている

研究目的

循環バスの遅延 (不確実性) を定量化
利用者の利便性向上への改善策を検討



具体的な遅延の要因は？



道路条件

- ✓ 学内に設置されているハンプ
- ✓ 歩行者(自転車)の横断

利用者の 動向

- ✓ 乗降者の局所集中
- ✓ 時間帯別での利用者の大きな偏り
- ✓ 利用者の駆け込みを待つ傾向

運行 ルール

- ✓ 他の路線バスの追い越しができない
- ✓ 循環外のバスが路線に入り車間が詰まる
- ✓ 時刻表の問題



関東鉄道バスへのヒアリング

遅延(定時運転)をどのように捉えているか等の調査

GPSロガー搭載による遅延調査

GPSロガーを用いて運行状況の把握
実際バス停ごとの遅延を定量化

実地調査

実際にバスに乗ることで、定性的に仮説を検証



目的

大学循環バスの運行実態の把握
GPSロガー搭載等の調査協力の依頼

- ✓ 日時: 平成26年6月19日 午前10時
- ✓ 場所: 関東鉄道本社 (茨城県土浦市真鍋)
- ✓ 実際にお話を伺った方々:
 - 自動車部 営業課長 森作 久男さん
 - 自動車部 営業課 課長補佐 本多 佳夫さん
 - 自動車部 営業課 係長 生井 一嘉さん
- ✓ 班員4名



問①「定時運行」についてどのように考えていますか？

- ✓ 「乗車拒否」となるためバスは「**早発**」はできない
- ✓ 本当は定時より少し早く運行を行いたい
バス停が設置されている道路上で停車して
乗客を待つことは難しい
- ✓ 時刻表には早めに見積もった時刻を掲示
(定時 **+5分程度** まで大目にみてもらいたい)



問②時刻表の作成はどのような基準をもとに行っているのですか。

- ✓ センター発の時間を20分おきに分りやすさに重点をおき設定
- ✓ 循環バスが一周する時間も分かりやすく30分としている

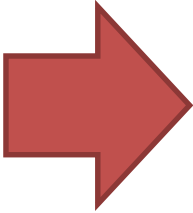
問③電子マネーやおつり自動返却設備等の導入予定はありますか。

- ✓ 予定はありません。
対応する全てのバスに新システムを導入することはコスト面から現実的ではありません。
- ✓ 水戸エリアではおつりの自動返却システムを部分的に導入



考えられる原因として

- ✓ バスは「早発」ができない
- ✓ コスト面での制約による設備未導入
- ✓ 道路状況の問題
- ✓ 時刻表の構造上の問題



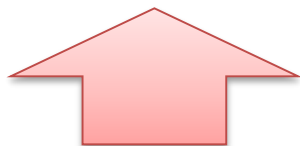
結果として遅延が発生すると考えられる

ヒアリングを踏まえて、
「GPSロガーを用いた遅延調査」「実地調査」
を行い、遅延要因の同定及び遅延の定量化を目指す



実地調査

実際にバスに乗ることで、**定性的**に仮説を検証



GPSロガー搭載による遅延調査

GPSロガーを用いて運行状況の把握
実際のバス停ごとの**遅延を定量化**



互いに補完関係

- ✓ 実地調査では測定するハンプ^o設置場所の特定
- ✓ 遅延調査から得られたデータの分析結果の実証



目的

各バス停における遅延の分布の測定
運行速度計測によるハンプの有用性の検証

- ✓ 関東鉄道バスへ「GPSロガー搭載」の調査協力を要請
- ✓ 日時：2014年 7月18日～24日,8月1日～7日（プレ調査）
10月1日～3日,6日～8日（本調査）
- ✓ 調査内容：
GPSロガーを大学循環バスの指定のダイヤに搭載
一日のバスの運行軌跡と走行状況を取得

GPSロガーの利用



- ✓ GPSロガーの情報 :
size:3.5cm × 3.0cm × 7.5cm
時刻・位置情報を無人で収集
- ✓ GPSロガーの総台数:12台



- ✓ 記録した軌跡データを専用ソフトウェアを用いて抽出
- ✓ csvファイルを用いてデータ分析を行う



分析手法

出力したcsvファイルの軌跡のデータを用いて
エクセル上でVBAマクロを用いて分析

- ✓ 各バス停ごとの
「遅延発生率」「遅延時間の平均・分散」
「バス停間の遅延増加時間」を算出
遅延時間の定量化及びバス停間での遅延要因の特定
- ✓ ハンプの座標をGPSロガーから実測
ハンプ設置位置での速度情報を取得
平常時の速度データと比較、ハンプの有効性を定量化



目的

実際の遅延要因の仮説の検証
時間帯やバス停の違いによる運行の傾向を観測

- ✓ 日時：2014年7月23日,7月24日,8月1日,10月3日
- ✓ 班員4名
- ✓ 調査内容：
つくばセンターから右・左回りの循環バスに乗車
各バス停における
「乗降者人数」「両替人数」「ハンブ有無」を記録
運行上における道路状況と運転状況等の記録を行う

実地調査に用いた記録用紙



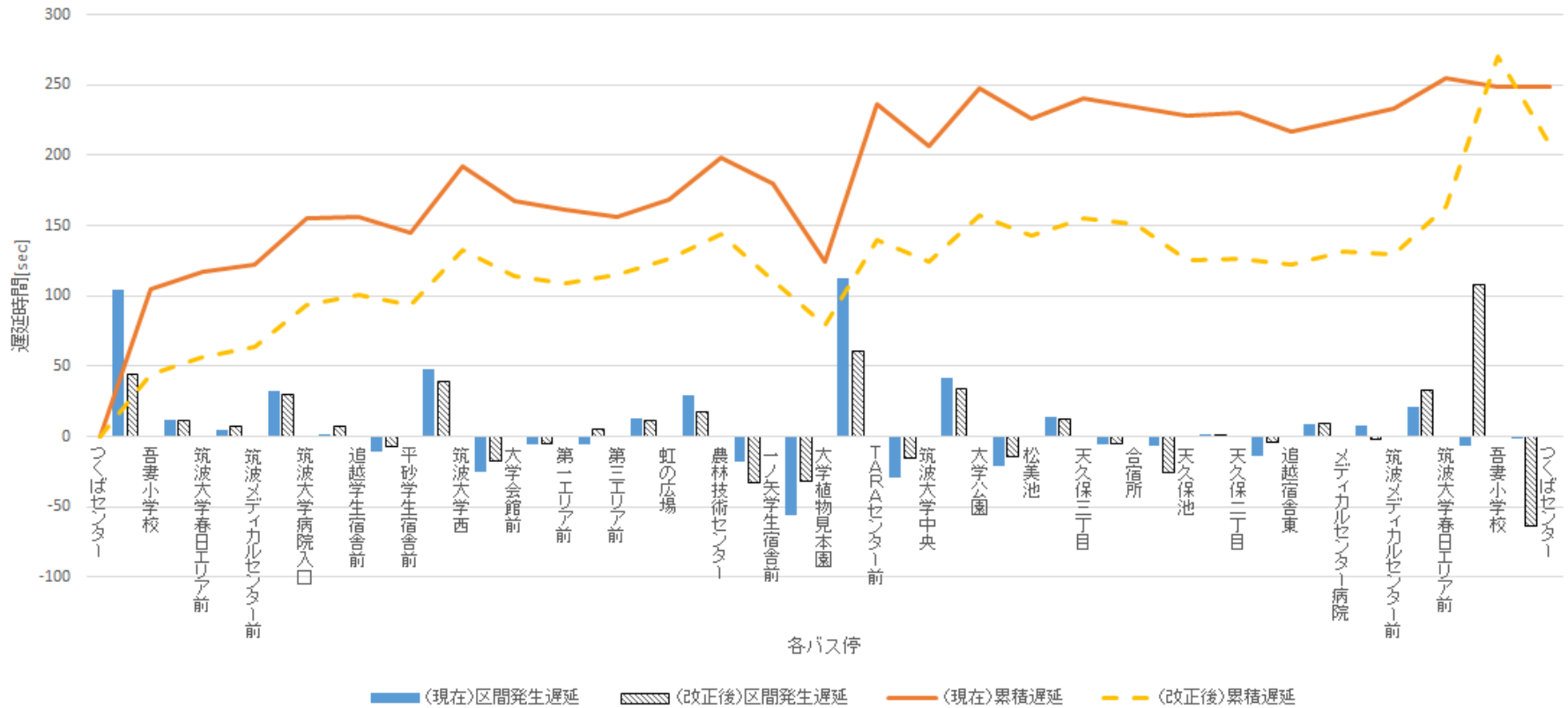
右回り

Date: 7.24 (午前)・午後

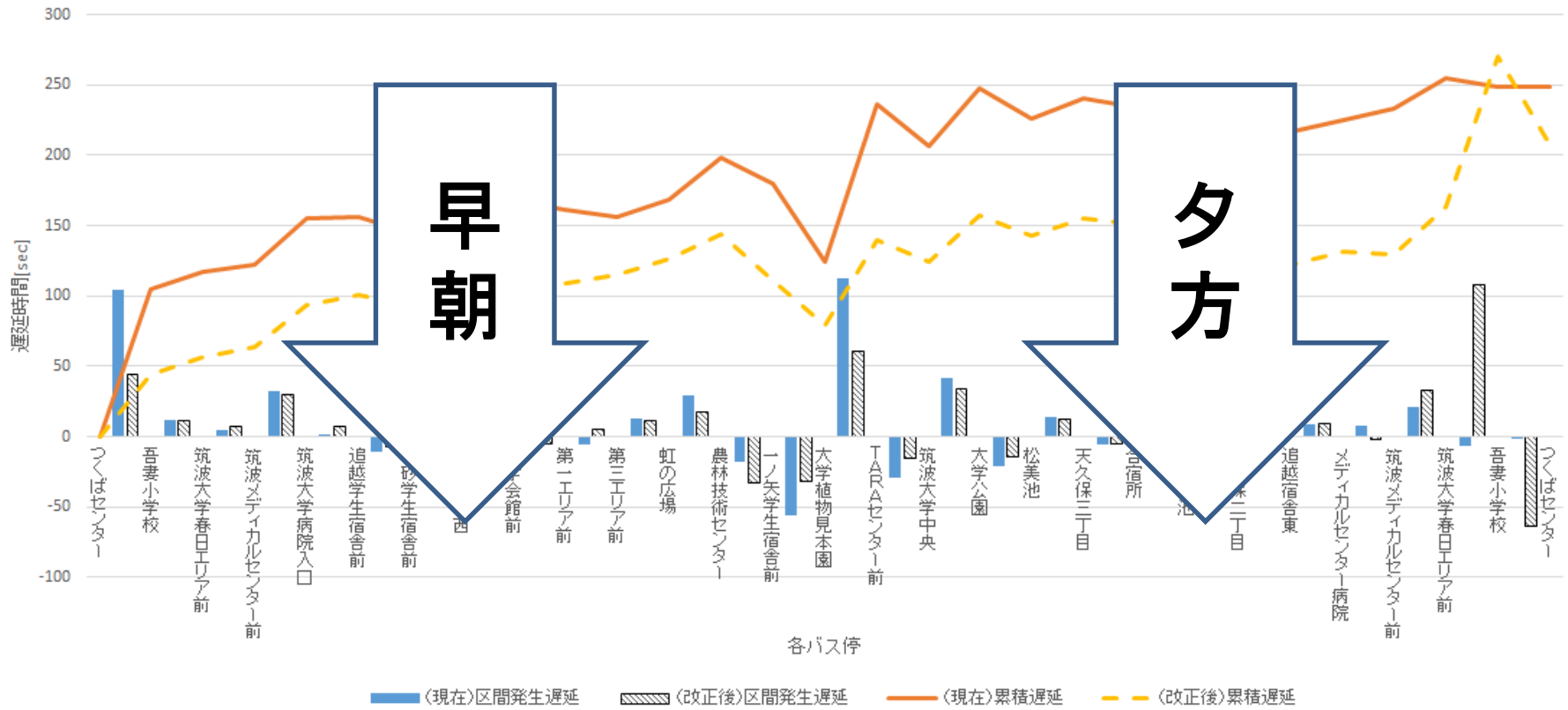
Starting Time: 7:54

N.O	Bus Stop	Num of get on	Num of get off	Num of exchange	Situation	Comment
1	つくばセンタ ー	54	0	0		4 minutes late
2	吾妻小学校 前	0	0	0		
3	筑波大学春日 エリア前	0	0	0		
4	筑波メディカ ルセンター前	0	3	1		
5	筑波大学病院 入口	1	9	0		
6	追越学生宿舎 前	0	0	0		
7	平砂学生宿舎 前	1	2	0		
8	筑波大学 西	0	1	0		
9	大学会館前	0	2	0		
10	第一エリア前	0	10	0		
11	第三エリア前	0	14	0		
12	虹の広場	0	1	0		
13	農林技術セン ター	0	1	0	ハンプ	
14	一ノ矢学生宿 舎前	2	2	0		
15	大学植物見本 園	0	0	0		
16	TARA センター 前	0	0	0		

GPSロガーによる調査結果 (右回り全日)



GPSロガーによる調査結果 (右回り全日)

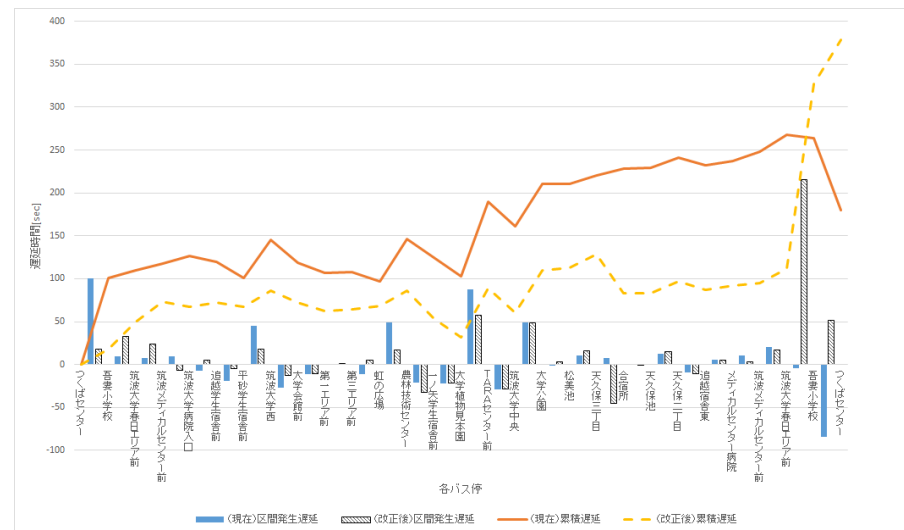
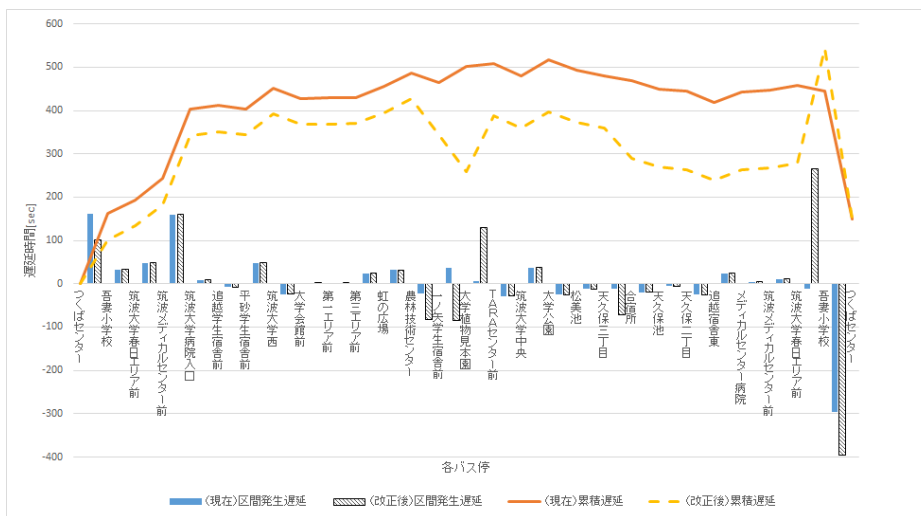


GPSロガーによる調査結果 (右回り早朝・夕方)



早朝

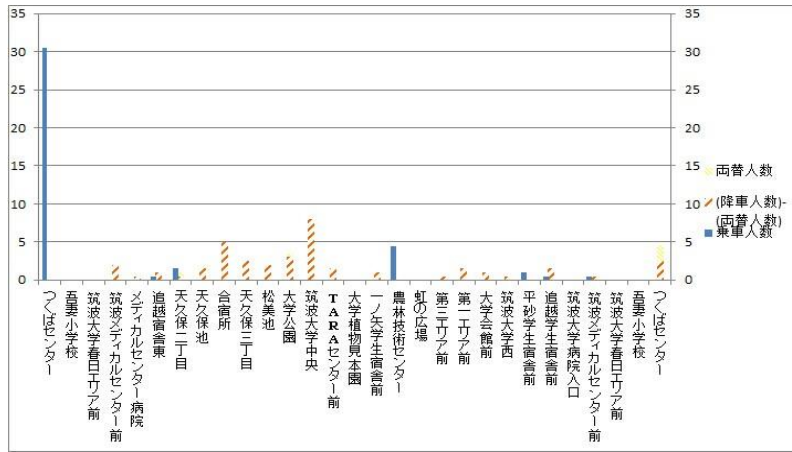
夕方



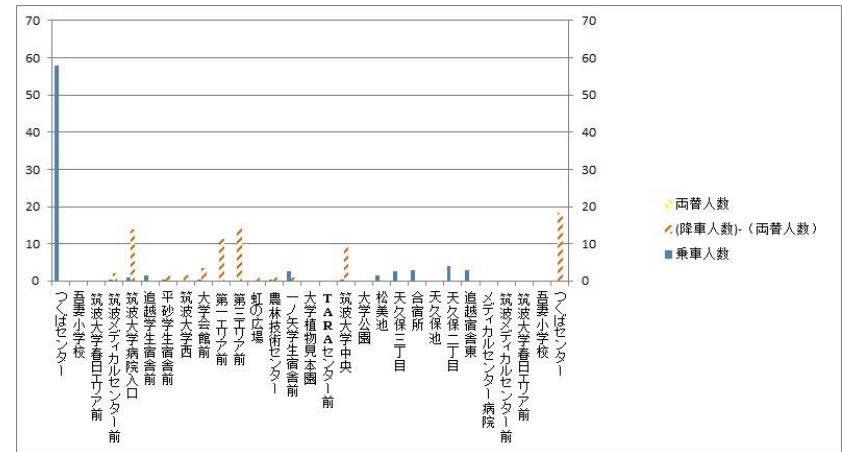
実地調査の結果



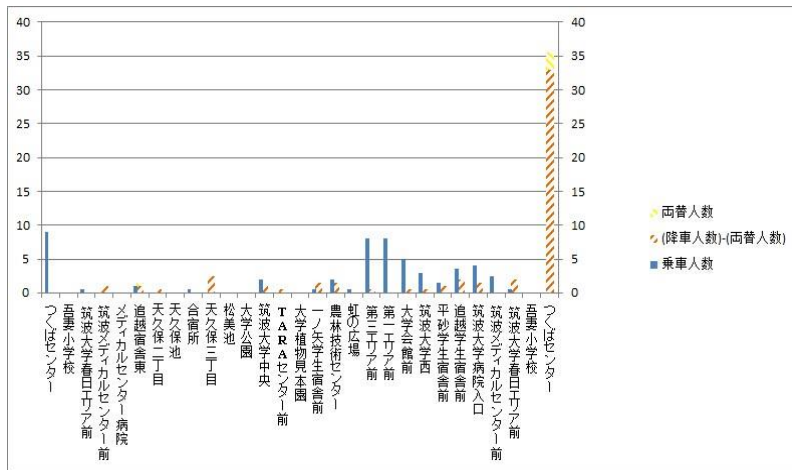
早朝;左回り



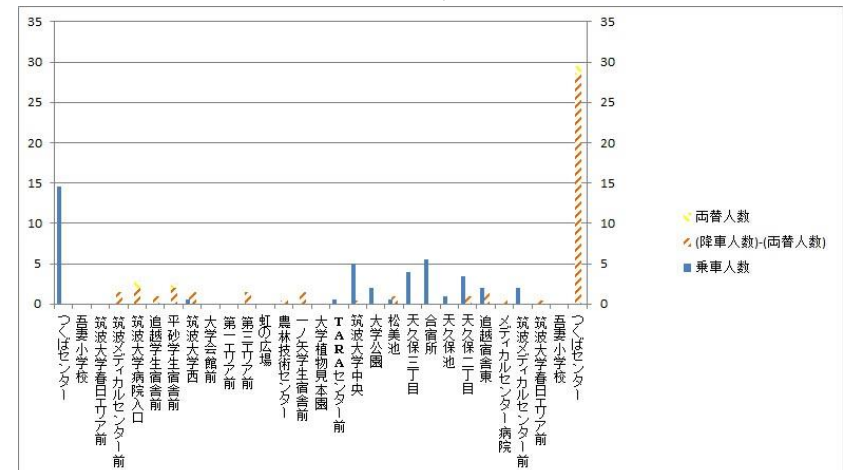
早朝;右回り



夕方;左回り



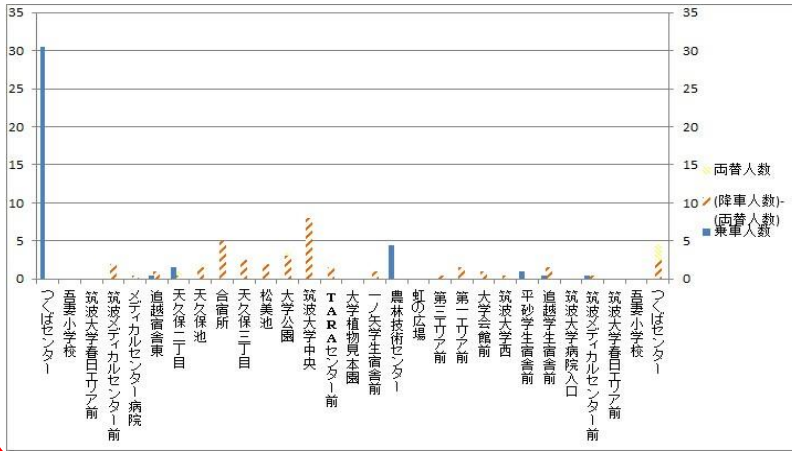
夕方;右回り



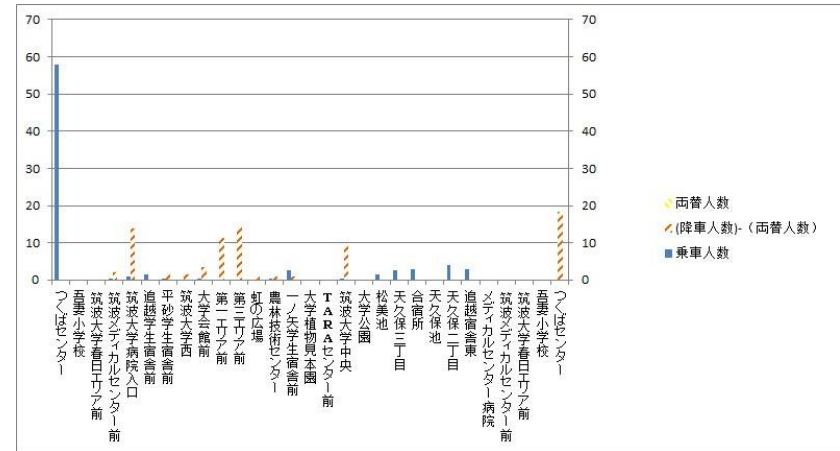
実地調査の結果



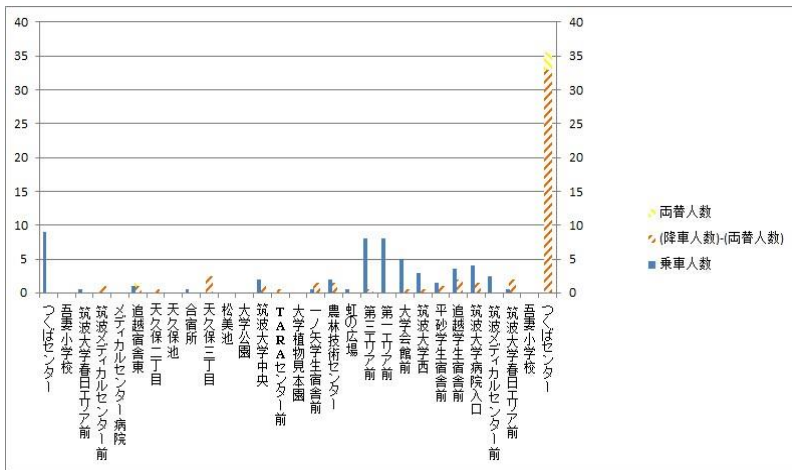
早朝;左回り



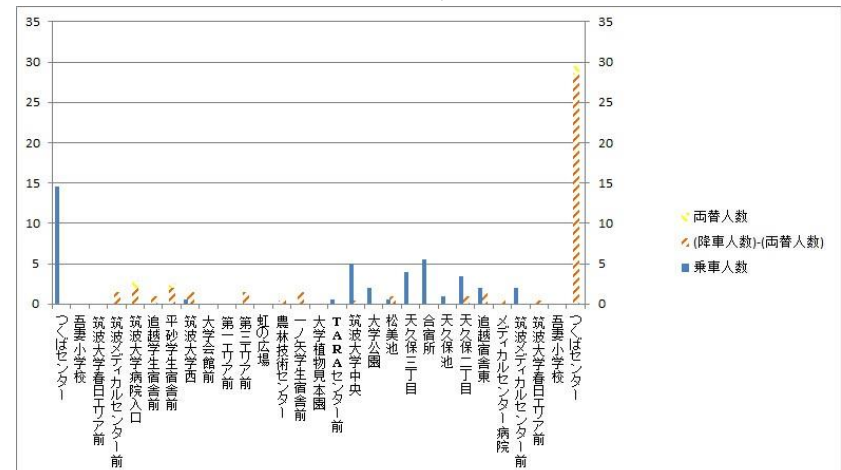
早朝;右回り



夕方;左回り



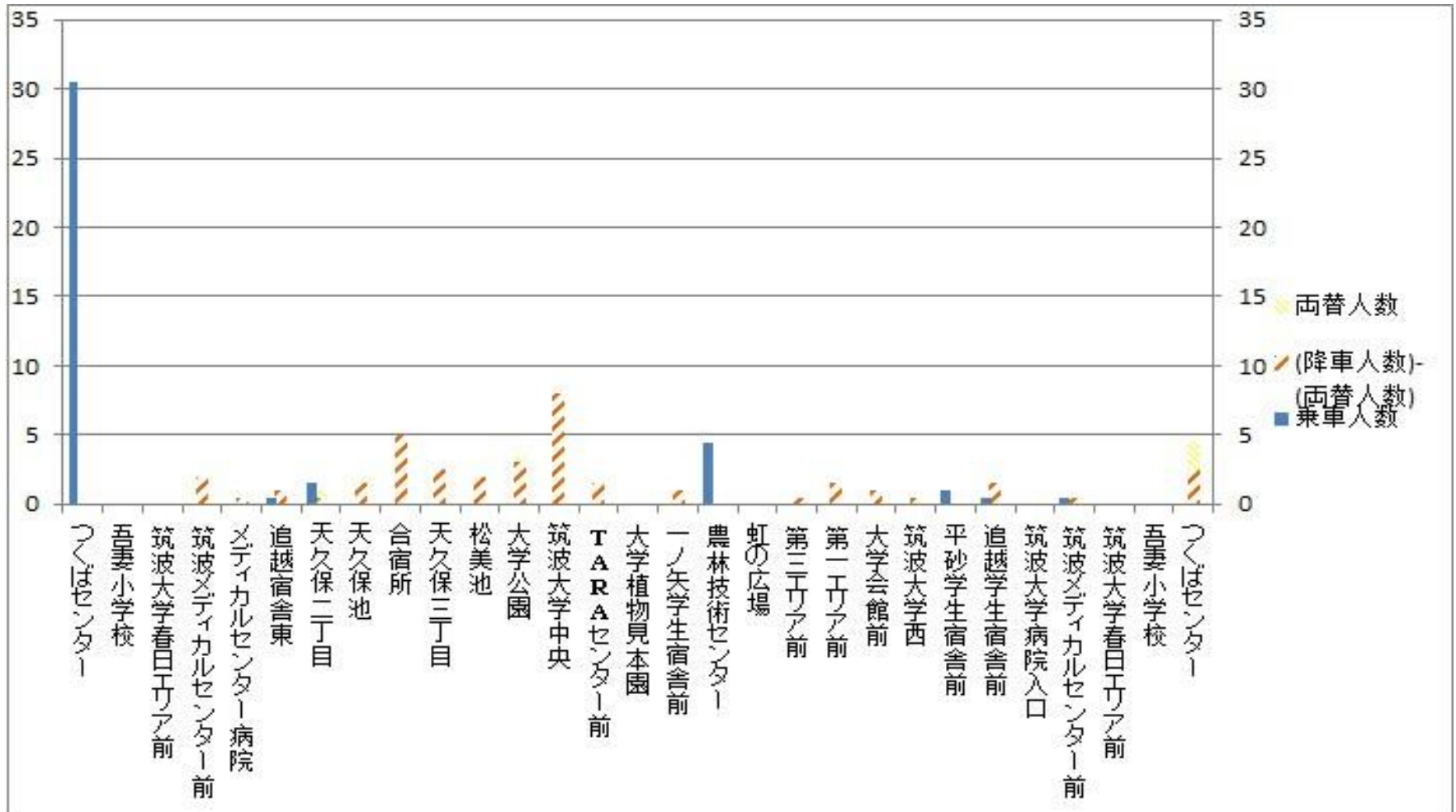
夕方;右回り



実地調査の結果



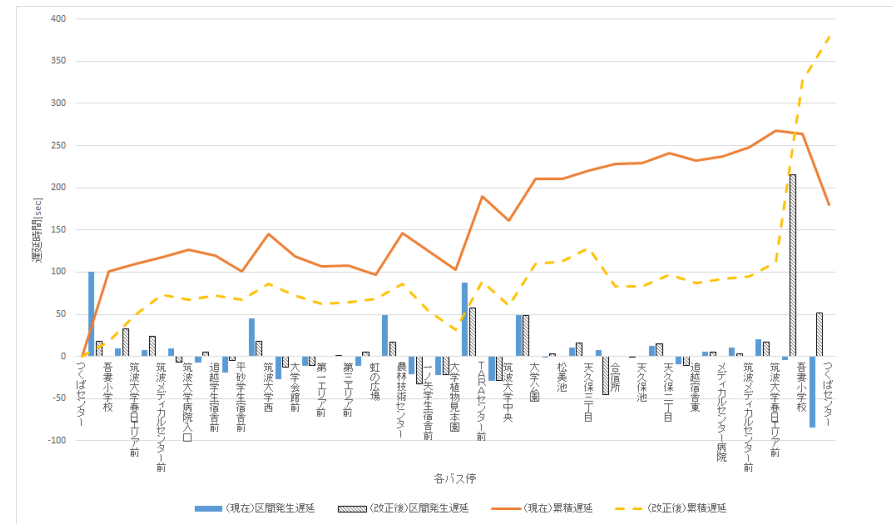
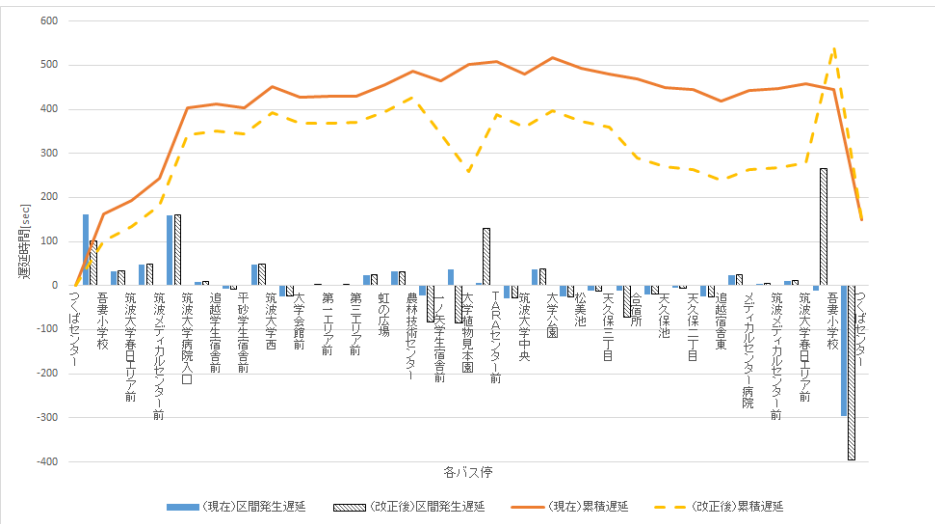
早朝;左回り



考察 (時間帯による変化; 右回り)



□ GPSロガーによる結果のグラフ



早朝; 右回り

夕方; 右回り

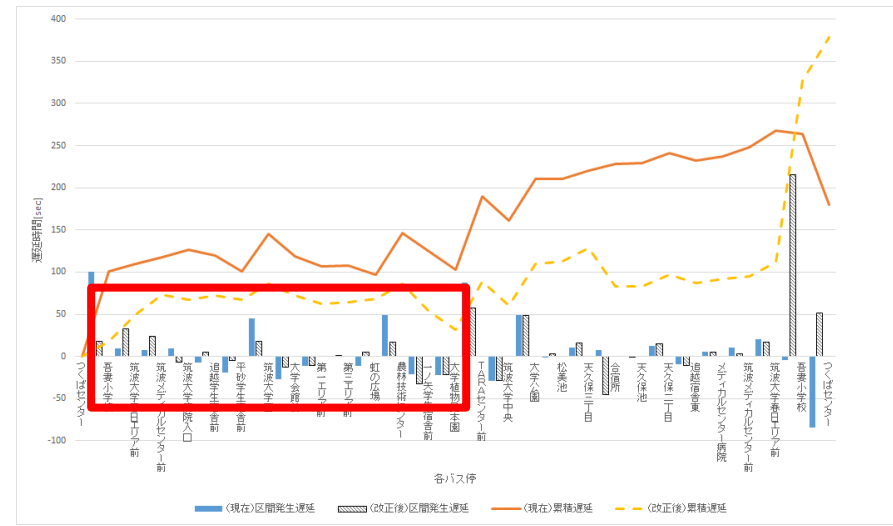
考察 (時間帯による変化; 右回り)



□GPSロガーによる結果のグラフ



早朝; 右回り



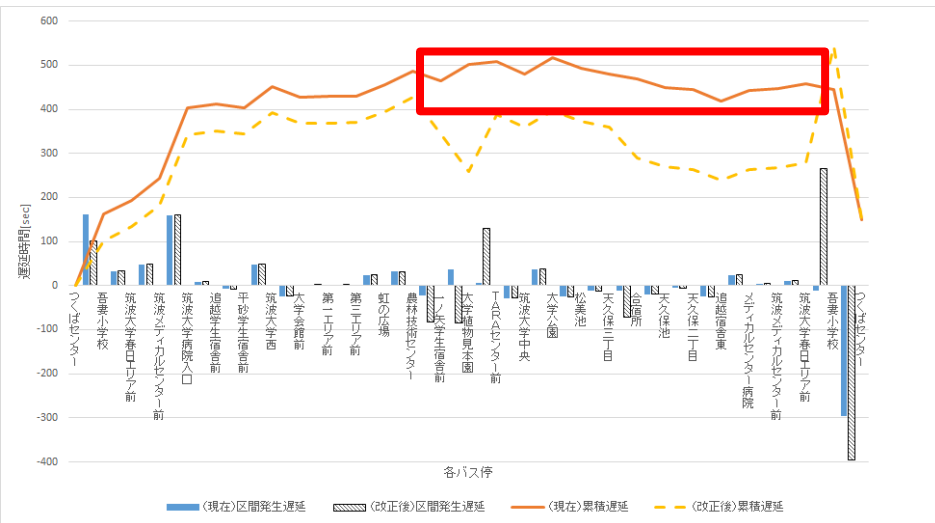
夕方; 右回り

早朝はループの前半に遅れが生じる傾向にある

考察 (時間帯による変化; 右回り)



GPSロガーによる結果のグラフ



早朝; 右回り

夕方; 右回り

早朝はループの前半に遅れが生じる傾向にある
 夕方はループの後半に遅れが生じる傾向にある

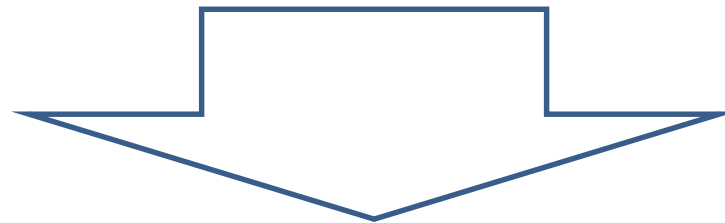
考察 (時間帯による変化; 右回り)



□ 実地調査による裏付け

早朝はループの前半に遅れが生じる傾向にある

夕方(夕)はループの後半に遅れが生じる傾向にある



- 考えられる仮説

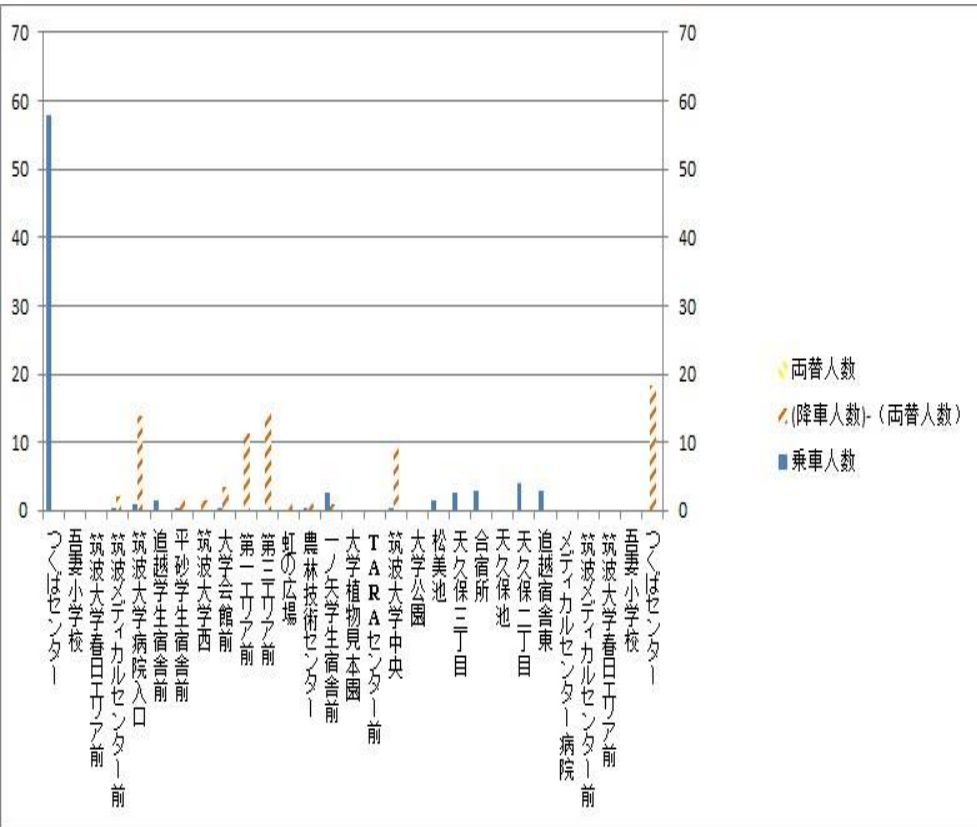
早朝はループの前半で乗降人数が多い？

夕方(夕)はループの後半で乗降人数が多い？

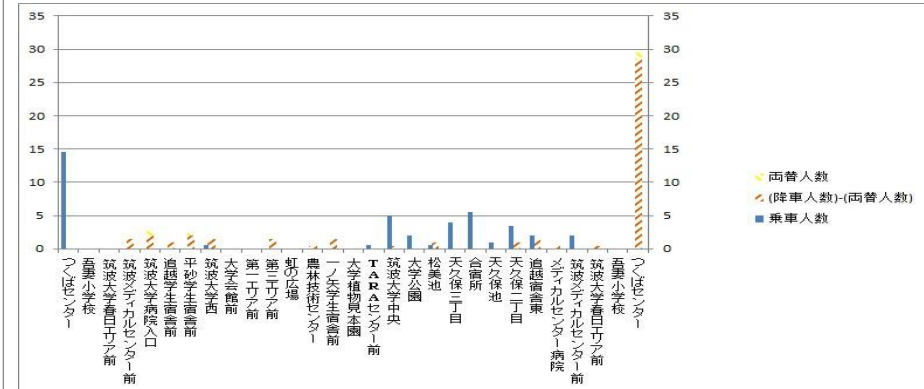
考察 (時間帯による変化; 右回り)



早朝; 右回り



夕方; 右回り



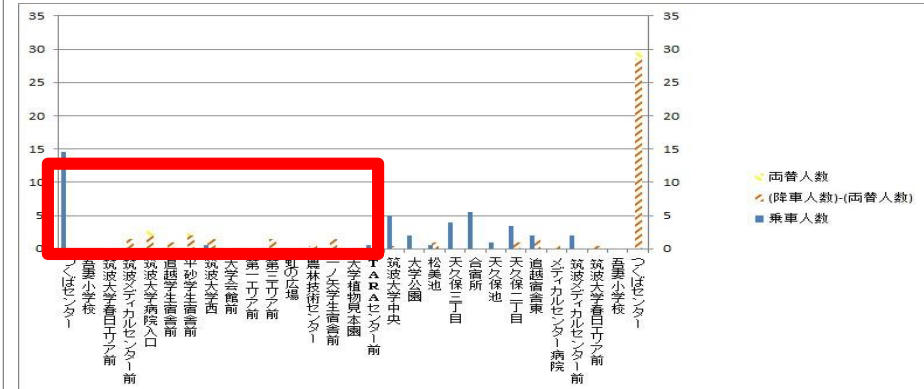
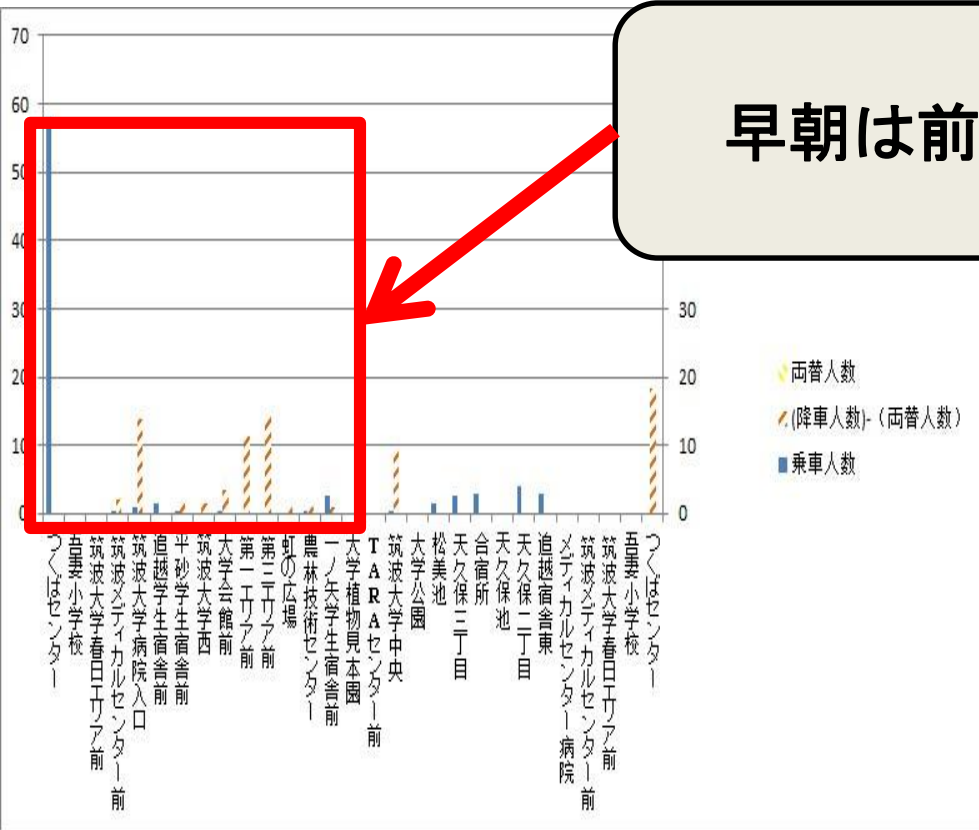
考察 (時間帯による変化; 右回り)



早朝; 右回り

夕方; 右回り

早朝は前半の乗降者数が多い



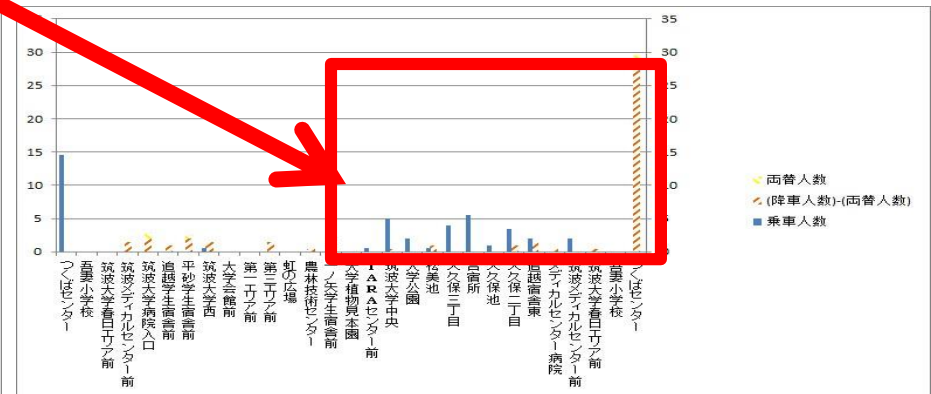
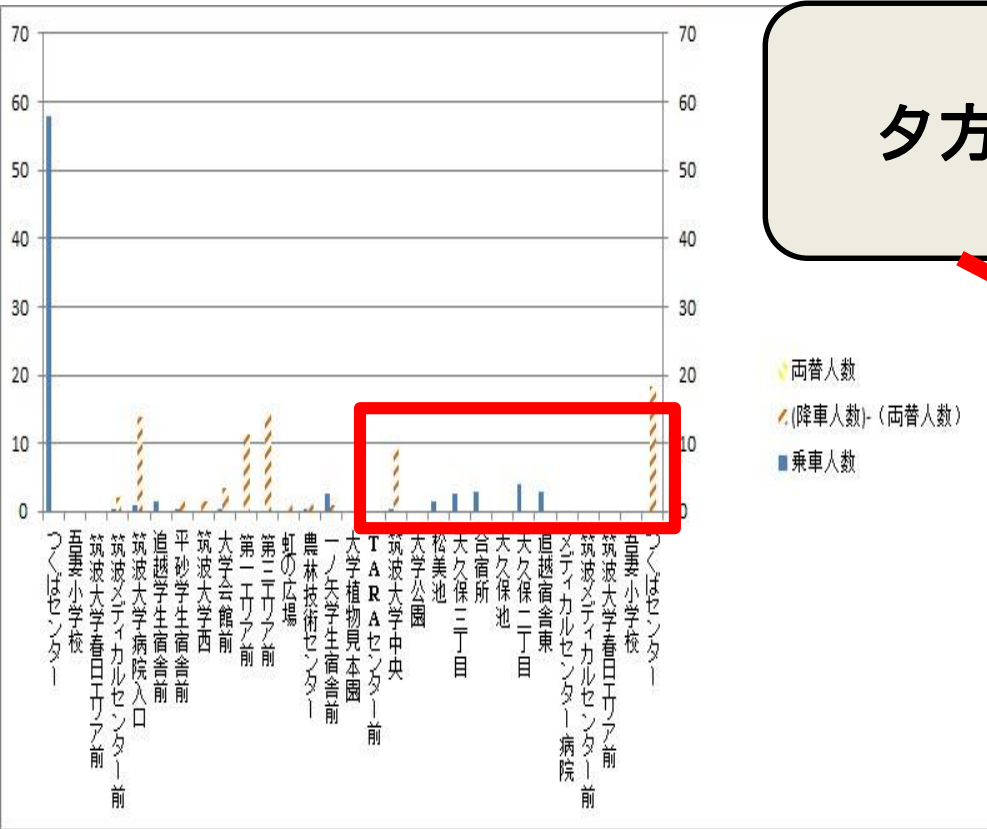
考察 (時間帯による変化; 右回り)



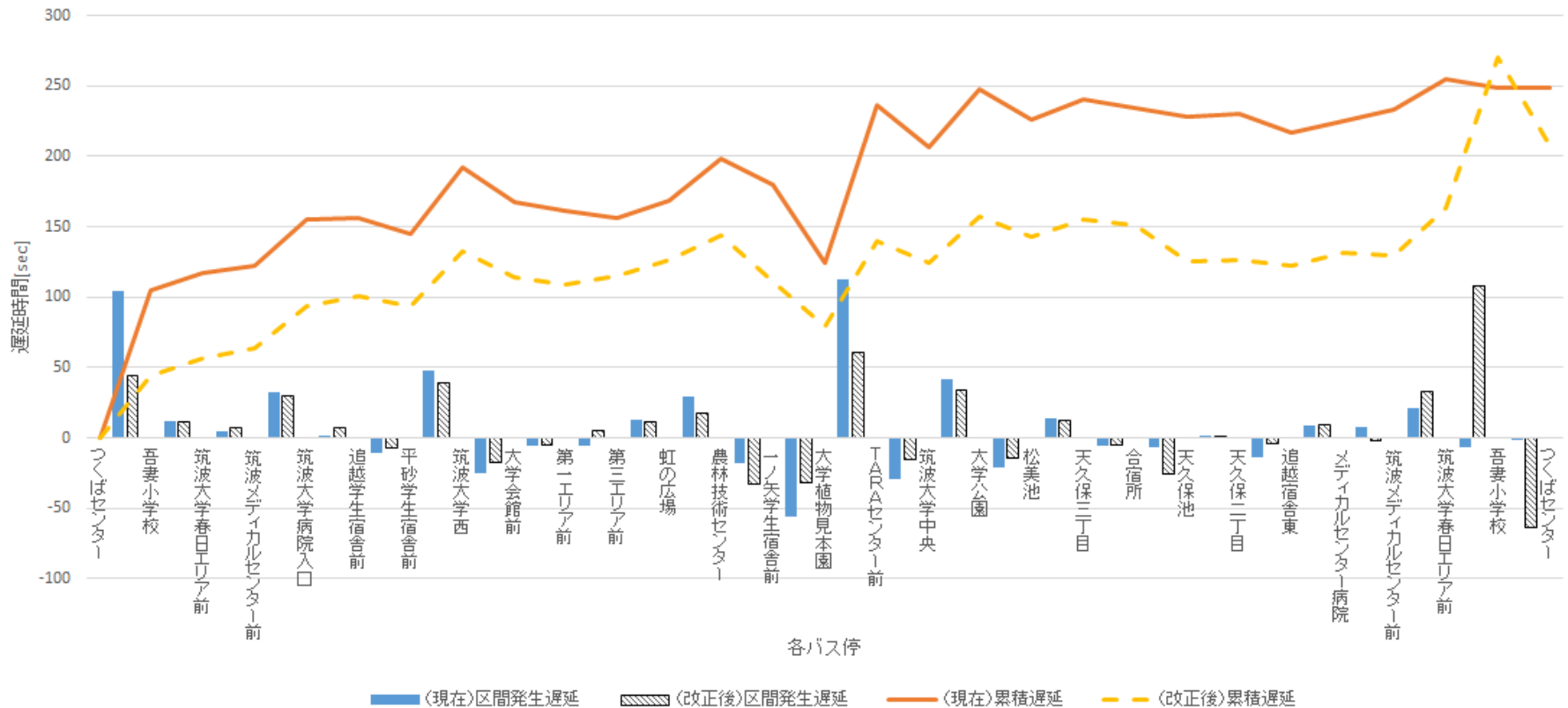
早朝;右回り

夕方;右回り

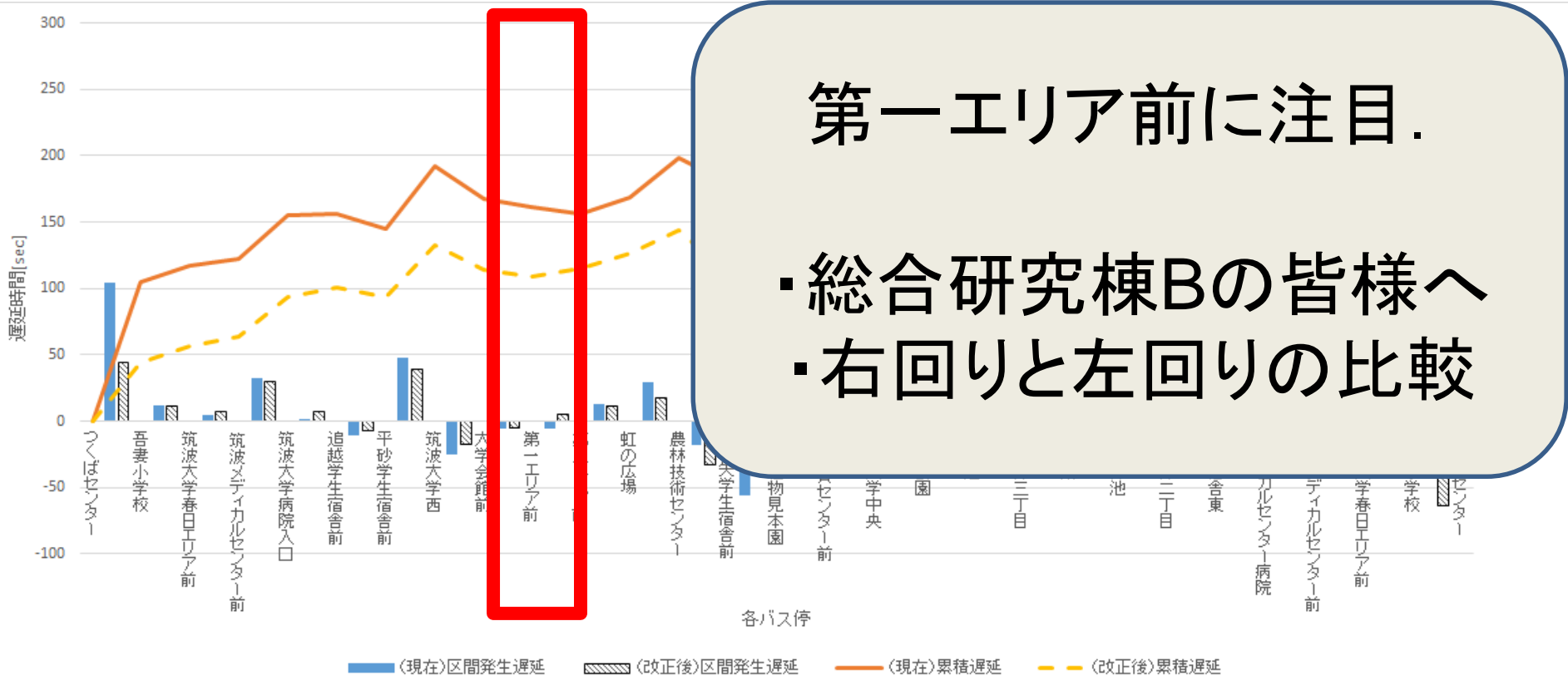
夕方は後半の乗降者数が多い



考察 (遅延のばらつき; 右回り全日)



考察 (遅延のばらつき; 右回り全日)



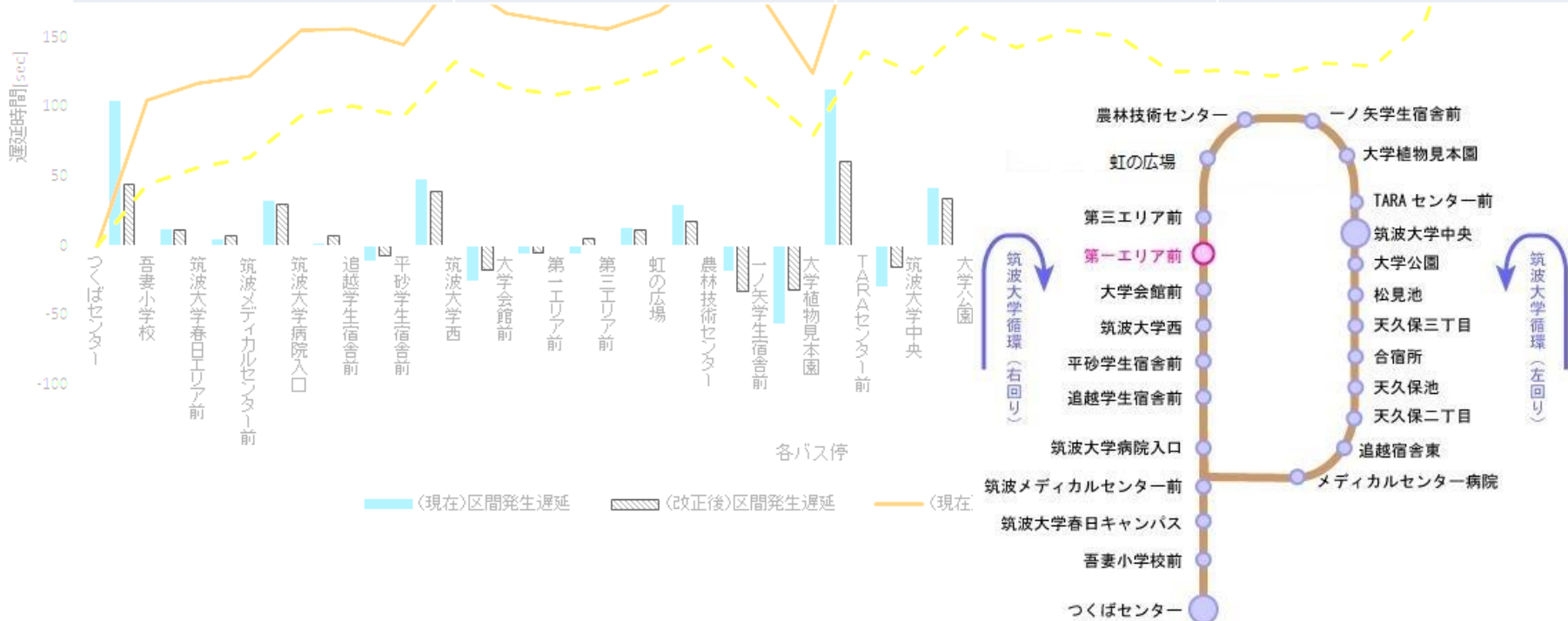
第一エリア前に注目.

- ・総合研究棟Bの皆様へ
- ・右回りと左回りの比較

考察 (遅延のばらつき; 右回り全日)



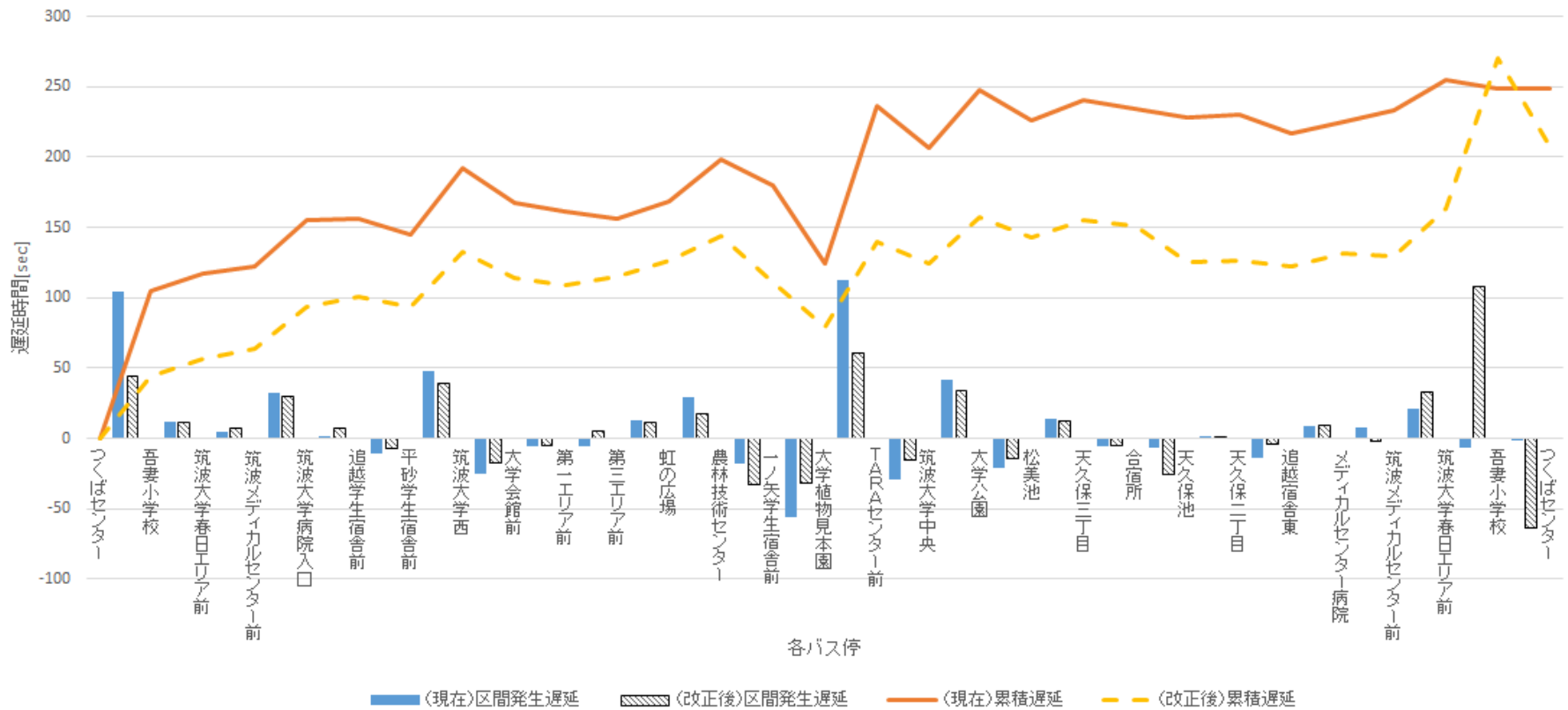
第一エリア前	遅延平均時間E [s]	遅延標準偏差S [s]	E+S [s]
右回り	187.85	111.20	299.05
左回り	247.84	163.76	411.60



考察 (新時刻表の効果; 右回り)



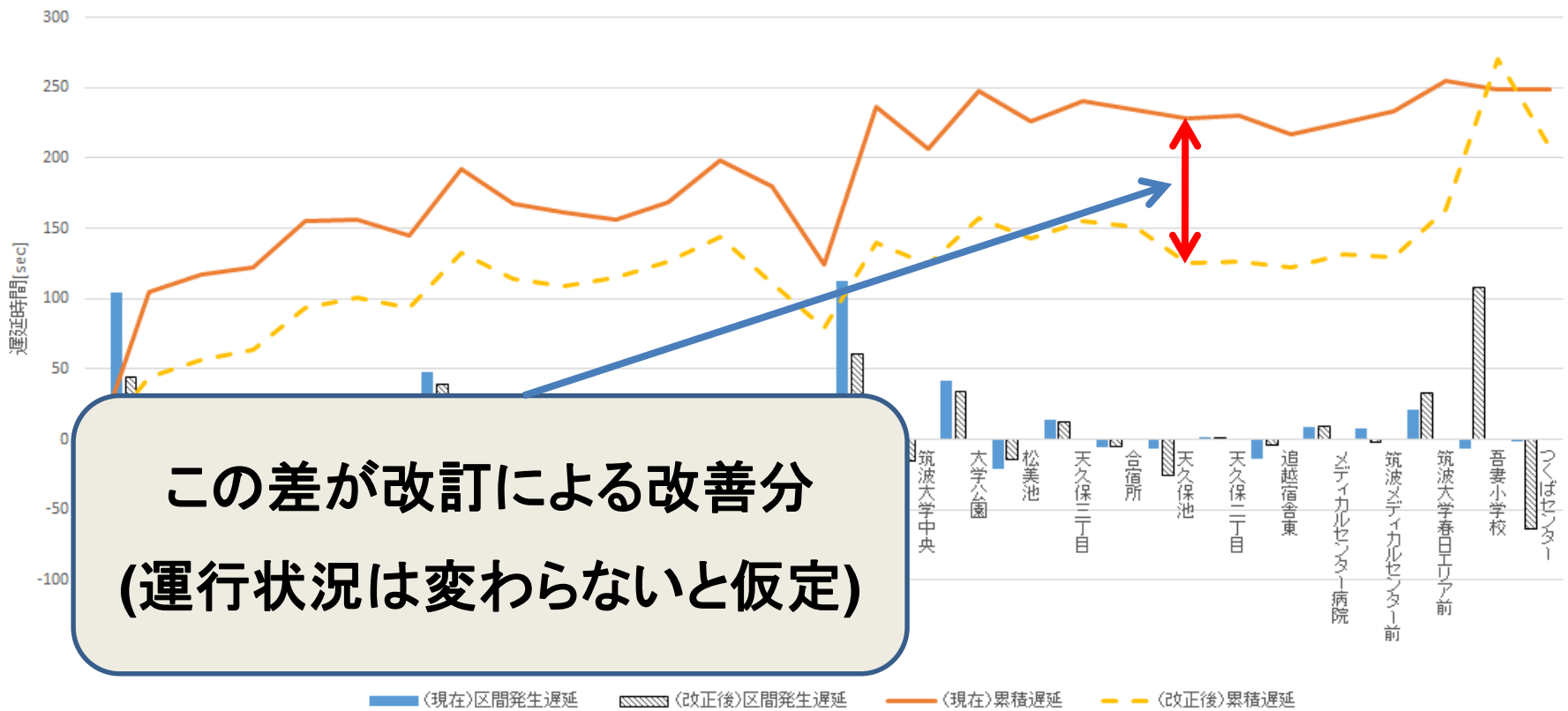
□平成26年11月より時刻表が改訂



考察 (新時刻表の効果; 右回り)



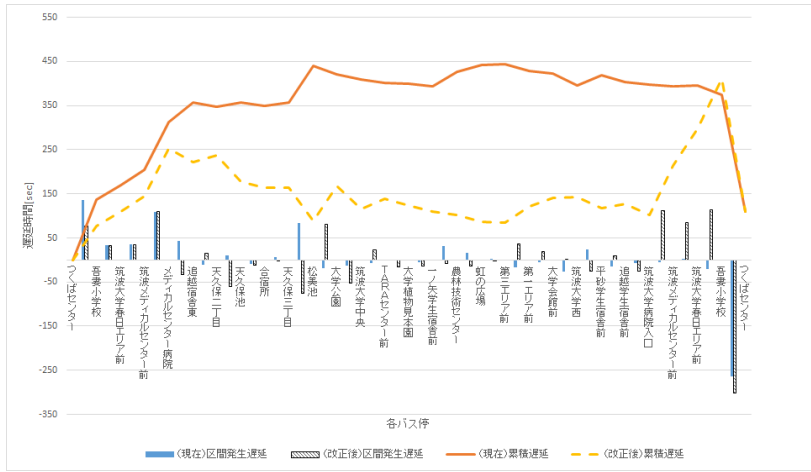
□平成26年11月より時刻表が改訂



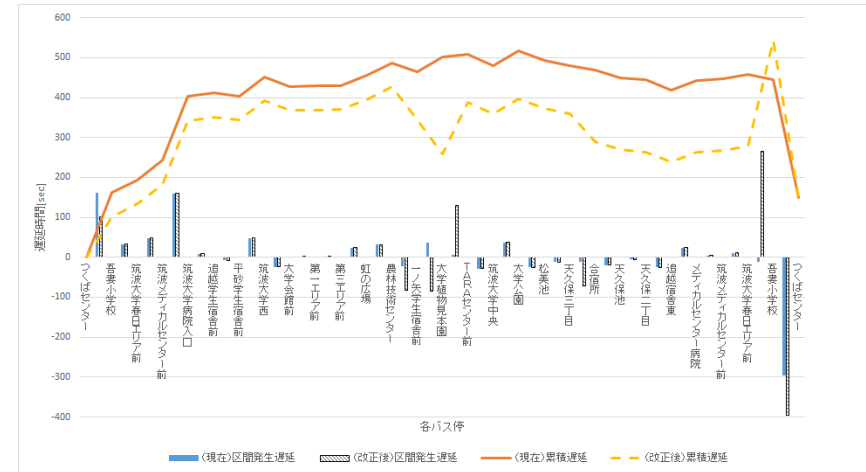
考察 (新時刻表の効果; 一覽)



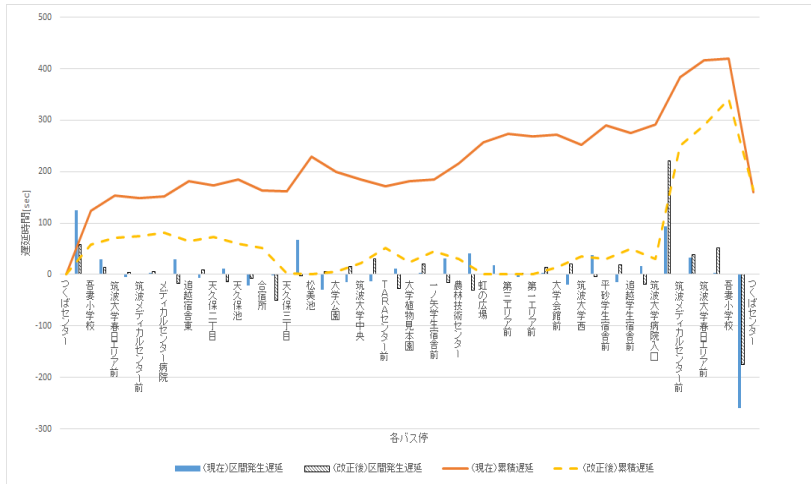
早朝; 左回り



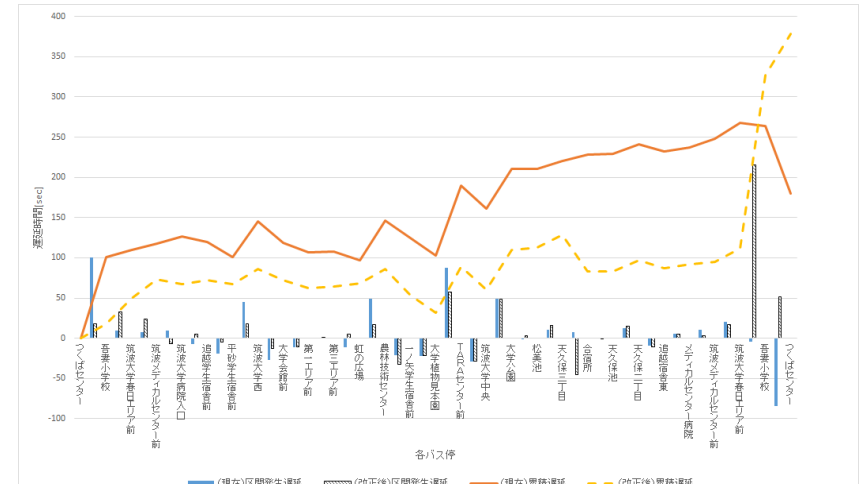
早朝; 右回り



夕方; 左回り



夕方; 右回り

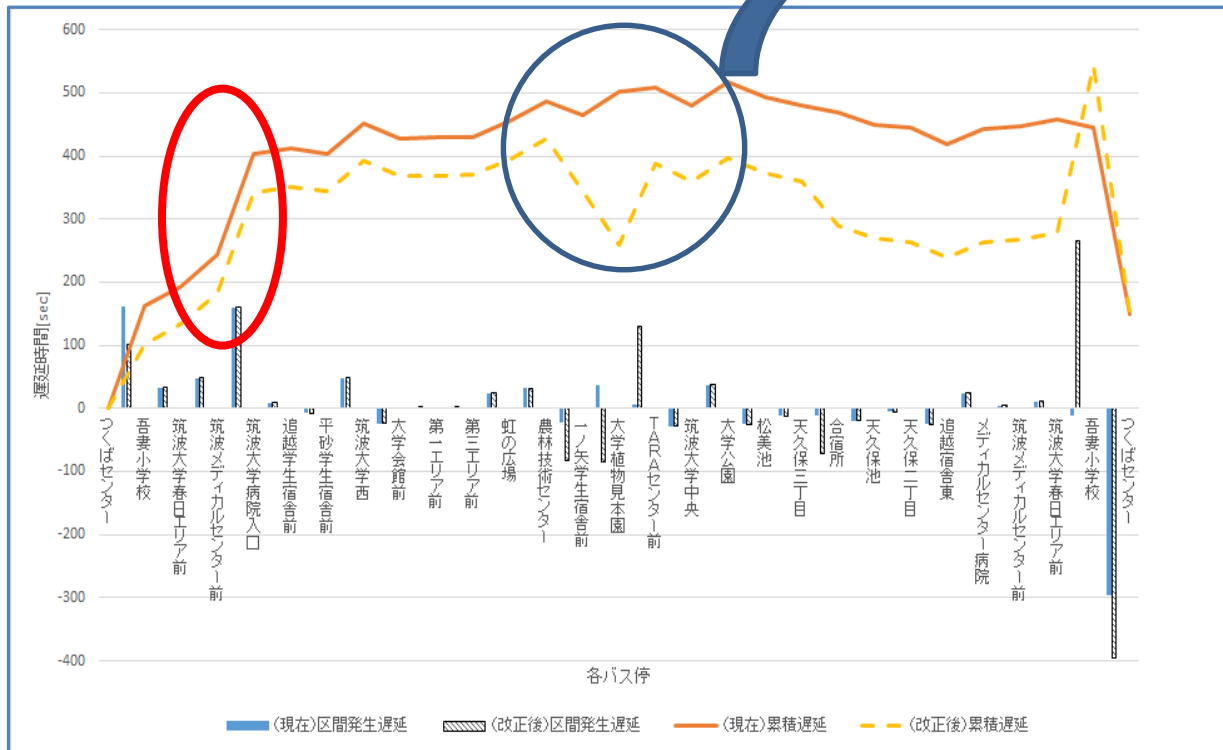


改善策の提案(1/4)



時刻表改正案の最適化

- 今回の分析結果からよりピンポイントな改正が考えられる
ex) 早朝右回り



・遅延は横ばい
or 回復
⇒ この区間の分の時間的余裕を、前半の混雑区間に割り当てなおす

改善策の提案(2/4)

● 利用者への遅延状況の周知

Before



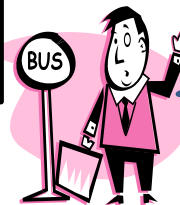
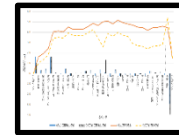
- ①なぜ遅れるのか分からない
- ②既に来たのか分からない
(どれほど遅れるか分からない)

After

- ①早発などの遅延原因を広告スペースにて掲載 & 周知
ex) 運転席後部, 車外, etc...



- ②バス停に遅延の分布を掲載

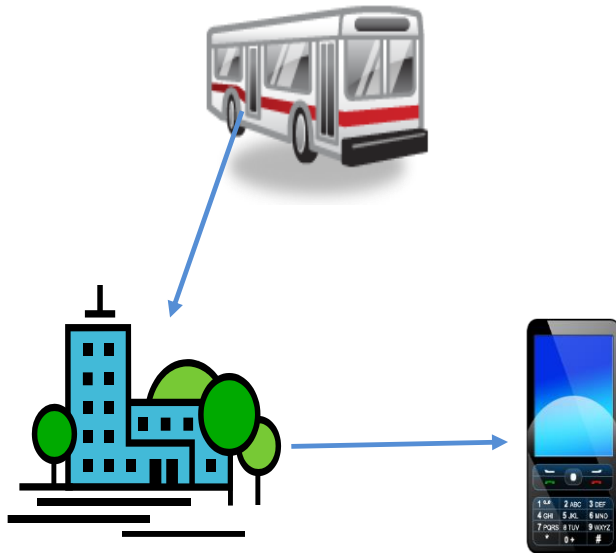


これくらい遅れるなら、もう行ったな

改善策の提案(3/4)

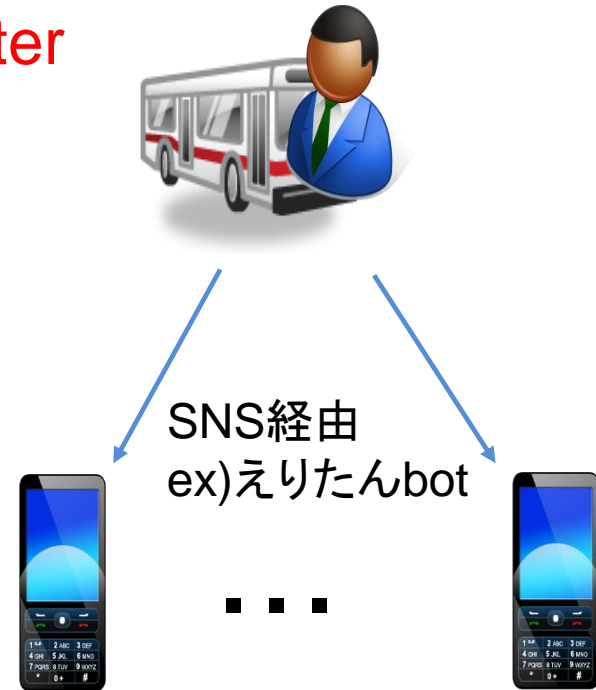
● スマホ・アプリを用いた運行状況の把握

Before



既存のアプリは事業者との連携を前提
(バス会社がバスの位置情報をリアルタイムで収集かつアプリ提供者と連携)

After



乗客がSNS経由で、情報を提供・発信
(利用客の大部分は筑波大生)

改善策の提案(4/4)



- ITS推進を目的とする自治体・行政からの支援
 - 導入事例はあるので、助成金を獲得する
 - ex) 仙台市・バスロケーションシステム整備事業

システムイメージ

(自治・会社等)

バスロケーションシステム
(運行管理・情報提供)

中央装置など
ルータ

(バス会社)

専用線

パケット通信基地局
ルータ

パケット通信

GPS

GPSによる位置情報の取得

バス停
(表示装置)

道路上

2事業者が平行して運行している区間においては、2事業者分のバスの接近情報が表示される表示器の設置。(新設)

今後の課題

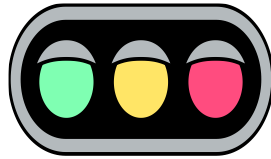


● 要因分析

- 下記の要因も含めて重回帰分析を行う必要がある



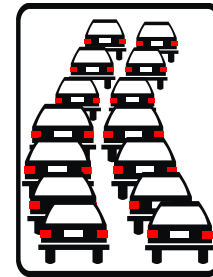
乗降客数



信号

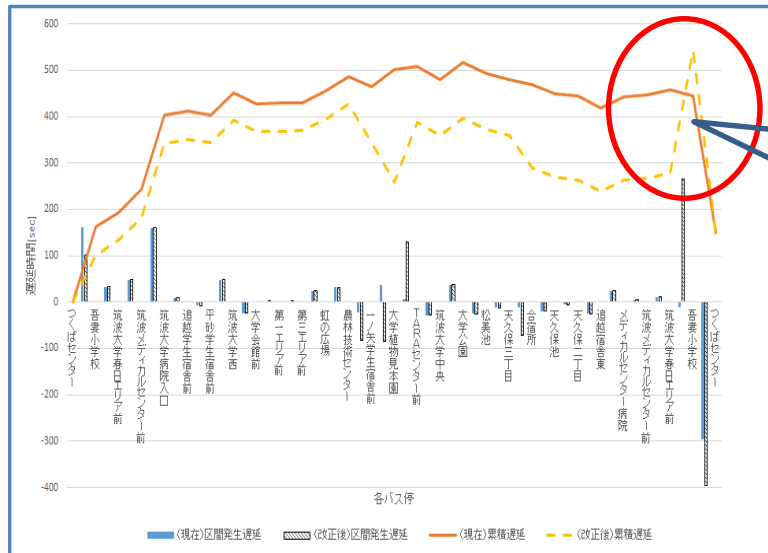


天候



渋滞

● アルゴリズムの改良



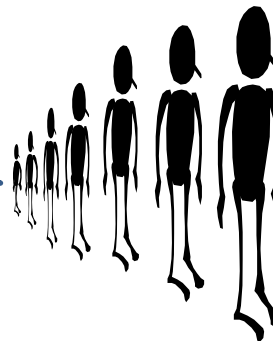
アルゴリズムの影響

まとめ



- 遅延の原因(早発)を明らかにした.
- 大学循環という特殊な地形での遅延状況の実態を定量化および分析を行った.
- 改善策の提案を行った.
- 本研究は調査および分析の一部. 本研究を用いて更なる要因に対して分析を行うことで利便性向上につながる

遅延という不確実性が軽減
⇒ 利用者のストレス軽減・利便性向上





ご清聴ありがとうございました