

乗降データを用いたバスの遅延実態の把握と路線再編の効果分析 - 水戸市を対象として -

茨城大学大学院 鈴木 万生・平田 輝満

背景と目的

バス路線再編

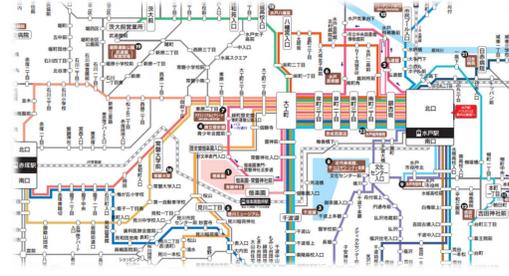
- ・バスの利便性
- ・効率性の向上
- ・中心市街地における過剰バスの削減

道路空間再編

- ・車線減少
- ・ウォークアブル(水戸まちなかデザイン会議でも検討)
- ・自転車、新モビリティレーン
- ・環境性 (CO₂, 騒音)

+

現在、水戸市では公共交通基本計画の中でバス路線再編を検討しているが、計画の実施にあまり進展が見られない。これは再編の効果・影響を定量評価できていないことが一因と考えられる。幹線・支線による**路線再編のメリット・デメリット**を定量的に分析し、**道路空間再編の視点**でも評価する。



「みとバスMAP (2022-23年版)」より



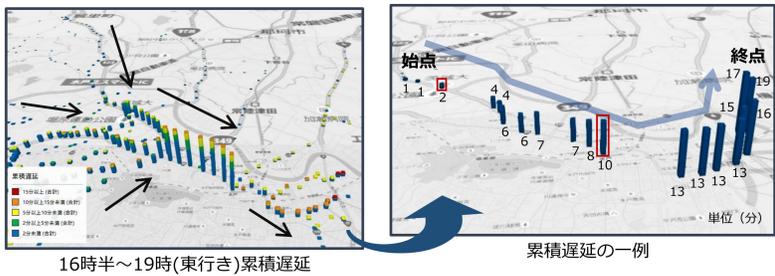
▲ 中心部での団子運転

分析内容と分析結果

分析フロー



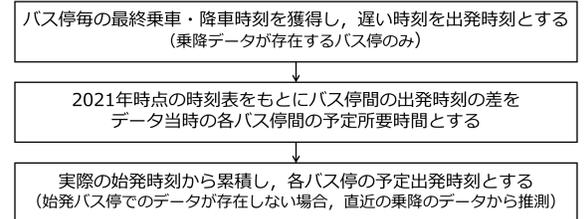
② 遅延実態の把握と要因推定



- ・乗降のあるバスから、発着時間・乗降人数より分析
- ・始点から終点に近づくほど遅延が拡大
- ・中心部は1800台/日
- ・路線再編時は□の結節点までの実遅延時間を遅延時間軽減による待ち時間短縮分と仮定

① 使用データ

- ・2020年1月31日の旅客の全乗降データ(乗降バス停・時刻・車両IDを含む)を用いる(茨城交通より提供)
- ・旅客の乗降時刻からバスの発着時間を推定し、実運行データベースを作成



③ 路線再編の効果分析

水戸市公共交通基本計画も参考に長大路線を中心地と郊外部の境界付近を交通結節点で分離

【対象路線】

支線23系統, 幹線3系統

【運行時間】

6時~22時半(ピーク: 6時半~9時)

【最大運行本数】

ピーク: 幹線6本/h, 准幹線4本/h, 支線4本/h
オフピーク: 幹線4本/h, 准幹線3本/h, 支線2本/h

- ・支線増便は折り返し運行によって削減された時間分を増便に充てる(ピーク時間を優先)
- ・平均待ち時間は運行本数の逆数の値を使用

3種類の利用者OD

$$B_{delay} = \sum_l \sum_n (T_{ln} \times P_{ln}) \times \alpha \quad (1)$$

T_{ln} : 系統lの便nの遅延軽減による短縮時間(分)
 P_{ln} : 系統lの便nの結節点以降のバス停での乗車人数(人)
 α : 時間価値原単位(24.94円/人・分)

$$B_{transfer_l} = \sum_m \sum_i \sum_j (\bar{W}_{mlij} \times Y_{mlij}) \times \alpha \quad (2)$$

\bar{W}_{mlij} : 再編後の結節点m系統l(時間帯j方向)の平均待ち時間(分)
 Y_{mlij} : 再編後の結節点m系統l(時間帯j方向)の乗換人数(人)
 α : 時間価値原単位(24.94円/人・分)
 $i = [peak, off-peak], j = [幹線 \rightarrow 支線, 支線 \rightarrow 幹線]$

$$B_{freq_kl} = \left\{ \sum_i (\bar{W}_{kli} \times Z_{kli}) - \sum_i (\bar{W}_{kii} \times Z_{kii}) \right\} \times \alpha \quad (3)$$

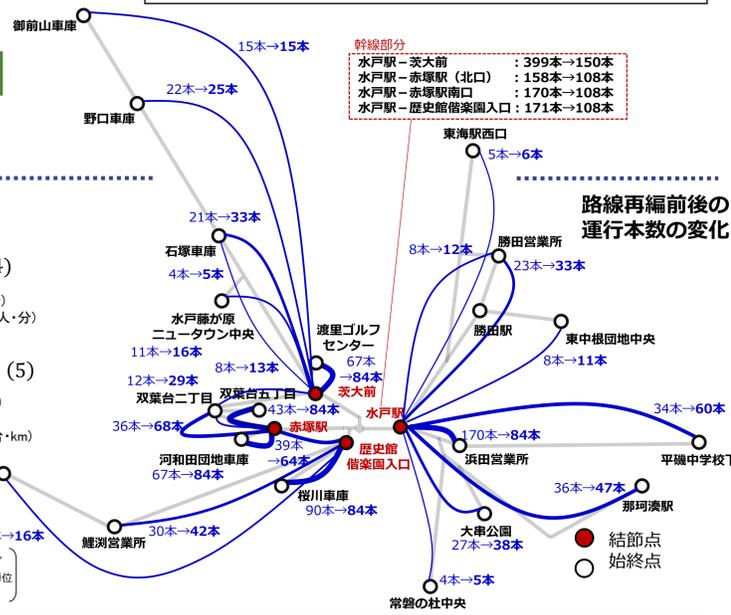
\bar{W}_{kli} : 乗車区間k時間帯iにおける系統l方向jの再編後の平均待ち時間(分)
 Z_{kli} : 系統l(乗車区間k時間帯j方向)の結節点以降のバス停での乗車人数(人)
 \bar{W}_{kii} : 乗車区間k時間帯iにおける系統l方向jの再編前の平均待ち時間(分)
 α : 時間価値原単位(24.94円/人・分), $k = [幹線区間, 支線区間]$

$$B_{driver} = T \times \beta \quad (4)$$

T : 削減車両移動時間(分)
 β : 時間価値原単位(46.84円/人・分)

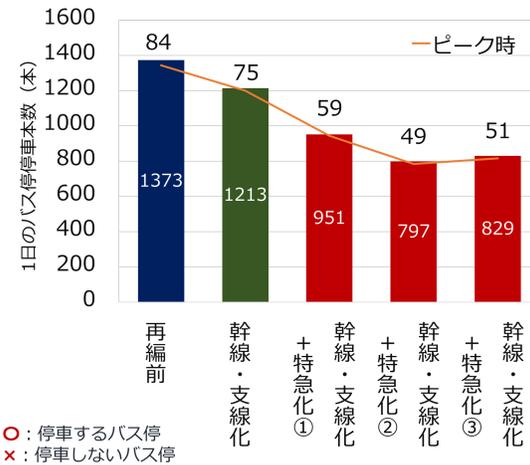
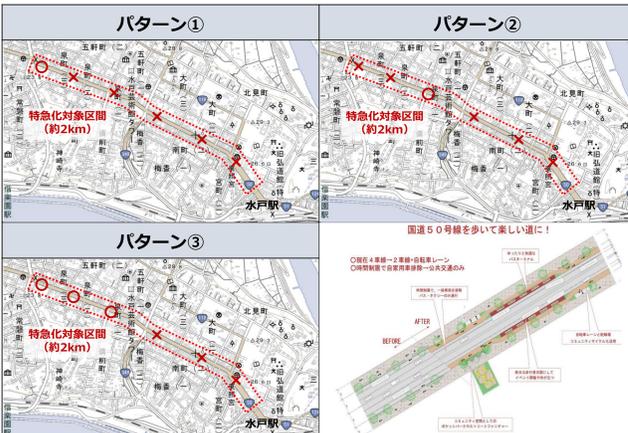
$$B_{bus} = T \times v \times \gamma \quad (5)$$

T : 削減車両移動時間(時)
 v : 運行速度(20 km/h)
 γ : 走行経費原単位(87.53円/台・km)



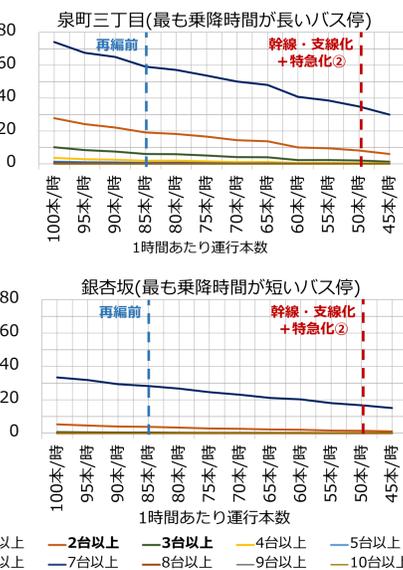
④, ⑤ 中心市街地におけるバス停車負荷削減

バス停車負荷削減本数



- ・幹線・支線化においては、現行の幹線部分の利便性を極力保つことから中心部の運行本数削減は難しい
- ・対象区間での乗降が5人以下の場合には特急化が可能と仮定
- ・幹線・支線化のみでは効果が小さく、幹線・支線化と特急化を組み合わせることで3~4割程度の削減が可能

運行本数別の停車確率



1車線を減少しつつバスベイを設置する道路空間再編が考えられる

<仮定>
3台のバスバースの設置
泉町三丁目(上のグラフ)
生起確率: 2.0%程度(再編前: 6.0%程度)

銀杏坂(下のグラフ)
生起確率: 0.1%程度(再編前: 0.4%程度)

<仮定>
2台のバスバースの設置
泉町三丁目(上のグラフ)
生起確率: 8.1%程度(再編前: 19.1%程度)

銀杏坂(下のグラフ)
生起確率: 1.4%程度(再編前: 3.8%程度)

結論

バスの乗降データのみから、路線再編の効果・影響に関する定量評価を行う方法を提示し、実際に路線再編をした場合の結果を試算した。このような再編効果・影響の見える化は、真に実効性がある再編計画を行う上では必須であると考えられ、多様なステークホルダー間で合意形成する際にも不可欠であると考えられる。