

大阪環状線の混雑緩和とその検証

抄 録

ある時電車に乗っていると、とある疑問が浮かんだ。それは、“電車の混雑は解消できないのか”というものである。そこでメリット・デメリットを比較し、大阪環状線の混雑緩和のための様々な方法を検証した。結果、大阪環状線の混雑は運行間隔を25秒短縮させることで緩和可能だという結論に至った。

キーワード：大阪環状線、混雑緩和、乗降者数、ダイヤグラム

1. はじめに

大阪環状線は、大阪の都心部外周を環状運転している路線で、大阪市天王寺区の天王寺駅から京橋駅－大阪駅－西九条駅を經由し、新今宮駅までを結ぶJRの路線である。また、阪和線と大和路線と直通運転を行っており、利便性も優れている。そのため、JR西日本のアーバンネットワーク路線として機能している。大阪環状線のラインカラーである赤色の由来は、大阪のダイナミズムをイメージとしている。大阪環状線の現在の混雑率は、最大125%である。混雑率とは、輸送人員÷輸送力で算出される数値の指標である。大阪環状線の混雑解消とその検証を行う。

2. 研究動機

毎朝、通学時に大阪環状線を利用する。その時、非常に混雑していて身動きが取れないことが多々あった。理由として、大阪環状線内で主要駅のみを直接結ぶ優等列車がないことや安全設備が整っていないこと、駅の間隔が狭いことが挙げられる。そこで、電車の混雑は緩和できるのではないのかと思い、知名度が高く大阪市内を結んでいる大阪環状線を研究路線とした。

3. 研究目的

大阪環状線の列車が増発したと仮定し、種別や走行線路を決め、所要時間や開発費用などを求め、大阪環状線の混雑緩和について検証、考察し、その対策を提案したい。ここでの混雑緩和とは、現在の混雑率から理想の混雑率まで減少した時のことと定義する。

4. 研究方法

4.1 調査・実験の方法

調査は以下の通りに進める。

- ①列車の走行場所や使用車両などの概要を設定する
- ②所要時間を求める
- ③ダイヤを組む

- ④指定席車両の設定
- ⑤事業に対する費用を求める
- ⑥事業のメリット・デメリットを比較し、この事業を行うべきか考察する
順に詳細を記述する。

①列車の走行場所や使用車両などの概要

大阪環状線には大阪環状線の車両だけでなく阪和線、大和路線、桜島線と直通運転しているため様々な車両が使用されている。そのため、走行する線路が複雑な傾向にあることがわかった。今回は、使用車両を大阪環状線323系、使用路線を大阪環状線とし、大和路快速、関空紀州路快速の直通する本数は大幅には変えないものとする。

②所要時間を求める

大阪環状線は最高時速100km、加速度2.8キロメートル毎時毎秒、減速度を3.9キロメートル毎時毎秒、停車時間を20秒（大阪駅、天王寺駅、京橋駅、鶴橋駅は60秒）として求めた。図1より、大阪駅、天王寺駅、京橋駅、鶴橋駅は、乗降者数が一日に2万人を超えていたので、従来の20秒ではなく60秒にした。

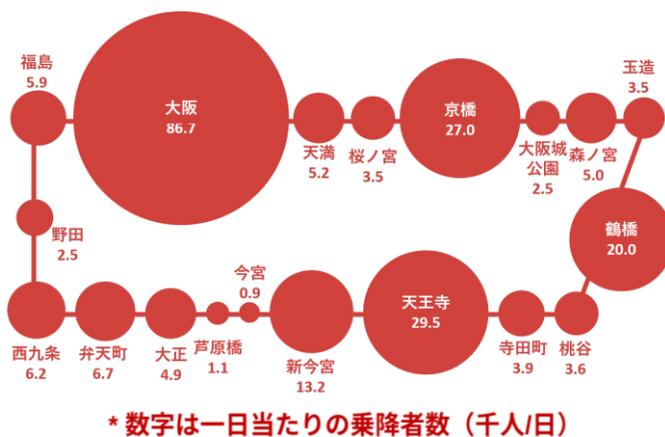


図1

③ダイヤグラムを組む

現在、大阪環状線では、ラッシュ時に普通列車が13本/h、関空紀州路快速が4本/h、大和路快速が4本/h、それぞれ運行されている。関空紀州路快速、大和路快速の1時間あたりの本数は変えないものとし、普通列車の1時間あたりの本数を増加させる。

④指定席車両の設定

大阪環状線では、8号車に近づくにかけて、より混雑する傾向にあることがわかった。そのため、直通する、関空紀州路快速と大和路快速の1号車付近に指定席座席を導入する。長距離輸送の乗車位置分散、費用の確保のために行う。

⑤事業に対する費用を求める

列車を増発するにあたって、停車時間を極限まで減らす必要がある。そのため、安全性が非常に高く、未然に事故を防ぐことのできる、ホーム柵を全駅に設置することが望ましい。現段階において、4駅で設置完了、3駅で設置予定とされている。大阪環状線は全19駅であることから、12駅分のホーム柵の設置費用を求める。

⑥事業のメリット・デメリットを比較し、この事業を行うべきかを判断する
 増発することのメリットや地域に及ぼす変化を過去の事例をもとに考察し、費用や新た
 に出てくるデメリットと比較する。

4.2 調査・実験の対象、期間

大阪環状線の混雑率と一般的に快適と思われる混雑率を比較するために、アンケート調
 査を行った。

- (1) 対象は附属天王寺生75期に在籍する42人 {うち男性26人女性15人その他1人}
- (2) 混雑しているときの混雑率をイラストを使用し選択してもらった
- (3) 期間は、2021年1月~2023年3月
- (4) これらをもとにgoogleフォームでアンケート調査を実施した。

5. 調査結果

①所要時間

本来の所要時間と運行間隔を短縮させた場合の所要時間をまとめる。

表1

	本来の所要時間	ラッシュ時 (仮定時)
天王寺から鶴橋まで	5分55秒	4分
鶴橋から京橋まで	7分36秒	5分 8秒
京橋から大阪まで	6分37秒	4分42秒
大阪から西九条まで	5分43秒	4分22秒
西九条から天王寺まで	12分24秒	9分10秒
大阪環状線一周	43分13秒	31分22秒

表1から、ラッシュ時に運行間隔を短縮させた場合に所要時間の大幅な短縮ができる
 と思われる。なお間の駅数が多いほど増発ダイヤの効果が顕著に見られる。上記の
 なかでは特に間の駅数が多い西九条から天王寺までの区間が増発することの速達性が現れ
 ている。

②ダイヤグラム

下記の式より、所要時間を短縮させた場合にかかる時間を求めた。

加速の時間	$\text{最高速度(km/h)} \div \text{加速度}$
加速の距離	$\text{最高速度(m/s)} \times \text{加速の時間} \div 2$
減速の時間	$\text{最高速度(km/h)} \div \text{減速度}$
減速の距離	$\text{最高速度(m/s)} \times \text{減速の時間} \div 2$
惰性の距離	$\text{駅間距離} - \text{加速の距離} - \text{減速の距離}$
惰性の時間	$\text{惰性の距離} \div \text{最高速度(m/s)}$
所要時間	$\text{加速の時間} + \text{惰性の時間} + \text{減速の時間}$

大阪環状線の輸送力を強化するために、上記の式をもとに所要時間を求めた。最大限の増発
 をしたと仮定した。次の表2は、主要駅から主要駅までの所要時間等をまとめたものである。

表2

	駅間時間 (分)	駅間距離 (km)	増発駅間 (秒)	停車時間着 (秒)
天王寺－鶴橋	6:02	3.0	200	100
鶴橋－京橋	8:56	3.5	248	120
京橋－大阪	8:35	4.2	242	100
大阪－西九条	7:17	3.6	222	100
西九条－天王寺	13:07	7.4	450	160

結果、1分42秒間隔での発着が計算上可能であった。このことから、1時間に最大27本の普通列車、4本の関空紀州路快速、4本の大和路快速が運行できるとわかる。

③安全性の確保と課題

列車の増発を行うにあたって、停車時間を極限まで減らす必要がある。そのため、安全性が非常に高く、未然に事故を防ぐことのできるホーム柵を設置するのが望ましい。現段階において、4駅で設置完了、3駅で設置予定とされている。大阪環状線は全19駅であることから、12駅分のホーム柵の設置費用を求める。費用は、1駅あたりのホーム柵と設置に伴う設備は約6億円と見積もれた。未設置駅又は未設置予定駅は12駅であるので、単純計算で72億円となる。ただ、実際の設置費用は異なる場合があるため、一概にこの考察が正しいとは限らない。また、安全柵の設置には長期間にわたる準備が必要である。現在すでに設置予定の3駅（天王寺駅・西九条駅・弁天町駅）においても、最短で5年の時間が求められていることがわかっている。

⑥指定席車両の影響

長距離輸送の乗車号車の分散、乗務員室との距離などを考慮し1号車に、関空紀州路快速（上りのみ、紀州路快速）、大和路快速の上りとし、朝方に4本ずつ設定する。直通運転を行い、長距離輸送での需要を回収するために、関空紀州路快速と大和路快速に導入する。1号車の乗務員側20席を指定席とし、指定席料金を530円（顧客が減る閑散期は330円）とし全区間一律とする。現在すでに座席番号が割り振られているため、車両の改良は必要がない。料金については、現在導入中の「快速 うれしーと」(*)を参考としている。また、通勤・通学需要のため平日のみの運行とする。通常期、閑散期ともに計算すると、一年で1779万2000円の収益があることがわかった。(表3)

(*)「快速 うれしーと」とは、現在大和路線・おおさか東線に導入されている有料座席サービスのことである。平日の朝に加茂/奈良駅から天王寺/大阪方面行きに2本ずつ設定されている。既存の快速列車の座席をそのまま利用した着席サービスである。座席指定料金は、通常期530円/閑散期（年間約80日、主に2月と8月）は330円で運行されている。

表3

	1日	5日間	20日間	1年
530円×20席×8本	84,800	424,000	1,696,000	13,568,000 (160日)
330円×20席×8本	52,800	264,000	1,056,000	4,224,000 (80日)
合計	—	—	—	17,792,000

⑦理想の混雑度

アンケート結果（図2）より、多数の人が混雑率120%以上の時に混雑であると感じている。そのため、快適と言える混雑率は100%以下といえるだろう。この研究では、混雑率を100%以下にすることで混雑緩和が成功したとする。

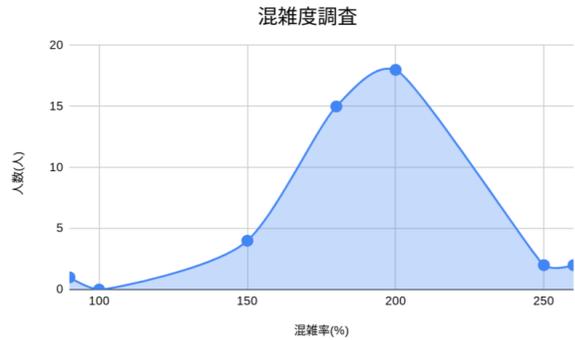


図2

⑧周囲の変化

大阪環状線の増発と長距離輸送に向けた指定席車両の導入を行うことで、特に利用者が増加する朝・タラッシュ時には快適性が高まると予想される。

このような取り組みには、東京都内を環状運転する山手線の前例がある。1991年から行われてきた様々な取り組みによって混雑緩和が成功している。調査すると、輸送力を大幅に増加させていることで、混雑を緩和させていた。山手線が実際に行った輸送力の増加方法は、普通列車の輸送力増加、直通運転と路線の延伸、増発や編成両数の増加、幅広車両の導入などが挙げられる。

6. 検証・考察

混雑率は、輸送人員÷輸送力で算出される。現在の大阪環状線の混雑率は125%、輸送力（定員）は1197人であることから、一列車あたり輸送人員はおよそ1496人であることがわかる。一時間あたりの輸送人員は、現在一時間あたり計21本運行されているため、31,416人であるとする。

①計算上可能な限りの増発を行ったと仮定する。

調査結果②より、最大限の増発を行った場合、1時間に最大27本の普通列車、4本の関空紀州路快速、4本の大和路快速、計35本の運行が可能である。この場合、一列車あたりの輸送人員は、898人であると計算できる。このことから、計算上可能な限りの増発を行うと、混雑率は75%であるとわかる。これは、目標である100%より大きく下回っているため、混雑は解消されるといえる。

②上記より、最大35本の増発での混雑緩和が可能であることがわかった。次に混雑率100%になるように増発を行ったと仮定する。

混雑率を125%から100%に減少させる。現在の一列車あたりの輸送人員は1496人、輸送力は1197人、一時間あたりの輸送人員は31,416人とわかる。混雑率を100%に現象させるためには、一列車あたりの輸送人員が1197人以下である必要がある。そのため、一時間に25本以上の環状線を運行することで混雑率が解消すると言える。

①②より、1時間に17本の普通列車、4本の関空紀州路快速、4本の大和路快速、計25本の運行を行うことが混雑緩和へとつながることが検証付けられた。

7. 結論

運行間隔の25秒短縮により混雑緩和が実現される。この点においては問題なく、実現できるだろう。(表4) 結論として、混雑緩和のために、大阪環状線の普通列車を13本/hから17本/hに増加(運行間隔を25秒短縮)させることが必要であると言える。

表4

	現在	増発時
運行間隔	2分51秒	2分24秒
混雑率	125%	95%

費用であるが、ホーム柵の設置が72億円に対し、指定席車両の導入は年1779万円と僅かである。そのため、停車時間を増やすことでホーム柵設置費用を抑えることができるかを考察する。駅間時間を最小に抑えたままであれば、一駅あたり72秒の停車時間がある。これは、乗客の乗降の他に安全確認を行う時間として十分といえる。そのため、この事業に対するホーム柵の設置は必要ないと言える。停車時間を72秒より少なくし、駅間時間が増えたとしても、列車速度を減速させることで、より快適な運行が可能である。

8. 今後の課題

実際に大阪環状線において、この運行形態を取らない理由は不明確であった。理由として、混雑率を下げる必要性が大きくないため、遅延時の対応のためなどが考えられた。JR西日本に問い合わせを行ったが受付られなかったため、今後の課題として、できる限りの範囲での情報発信を検証を行っていきたい。

9. 参考文献

宮原正和(2017年1月1日)「鉄道ジャーナル」『(株)鉄道ジャーナル社』2017年1月号
vol.603

厚生労働省「混雑率の推移」/閲覧日：2022年8月9日

https://www.mlit.go.jp/tetudo/toshitetu/03_04.html

東日本旅客鉄道株式会社「これまでの混雑緩和の取り組みと今後の計画」/閲覧日：2022年8月9日

https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/bunyabetsu/kotsu_butsuryu/pdf/tetsudo_jr.pdf

西日本旅客鉄道株式会社「JR西日本HP」/閲覧日：2022年8月9日

<https://www.westjr.co.jp/>

「情報統計リサーチ」/閲覧日：2023年6月12日

https://statresearch.jp/traffic/train/passengers_line_ranking_108.html