

ウィズコロナの時代における
頑健な交流人口のための施策
～岡山の問題の整理とLRT導入の検討～

岡山商科大学経済学部 渡辺ゼミ

◆ ウィズコロナ時代における地域の交流人口を拡大するための施策

- ・ 私たちが考えるウィズコロナ時代とは、重大な感染症流行の
再来や社会的情勢の大幅な変動など、社会的ショックが
何ら
かの形で発生することを想定しなければならない時代。

(例) 新型コロナウイルスの感染再拡大、新たな感染症の
流行、大規模な自然災害、政変etc

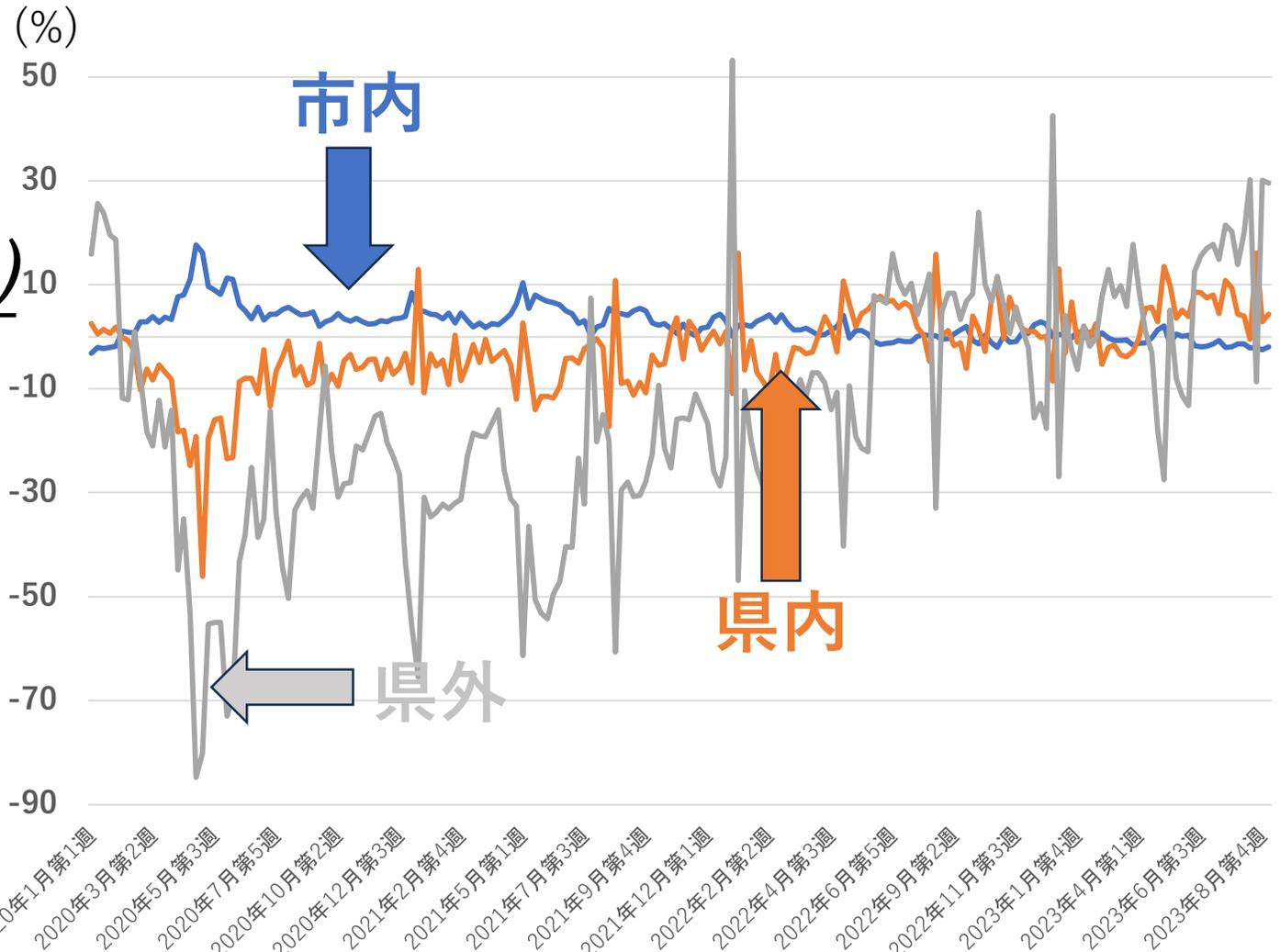
頑健な交流人口とは

～推定居住地別の岡山県内の滞在人口変化率～

- ・コロナ禍が終わりに近づくにほど標準偏差が小さくなっている。

推定居住地別の標準偏差(%)

	市内	県内	県外
2020年	4.036	8.329	24.168
2021年	2.077	5.734	18.150
2022年	1.579	5.952	16.859
2023年	1.150	5.279	14.548



2020年1月第1週から2023年8月第5週

- ・移動の単位が小さくなるほど標準偏差は小さい。

◆社会的ショックにより交流人口の変動リスクが高ま

頑健な交流人口とは

- 3区分の滞在人口増加率から県内8地点の平均的な増加率と標準偏差を求める。

$$X = w_1 x_{1,t} + w_2 x_{2,t} + w_3 x_{3,t}$$

$$\begin{cases} w_1 + w_2 + w_3 = 1 \\ w_1 = w_2 = w_3 = \frac{1}{3} \end{cases}$$

w_i : 居住地区分 i のウエイト

$x_{i,t}$: 居住地区分 i の滞在人口増加率

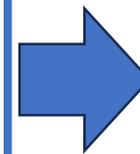
$mean(X)$, X の期待値

$sd(X)$, X の標準偏差

	岡山駅	児島駅	新倉敷駅	倉敷駅	中国勝山駅	中庄駅	津山駅	備中高梁駅
期待値	-0.0038	-0.1572	0.0186	0.0180	0.0130	0.2159	-0.0209	0.3342
標準偏差	0.2118	0.1790	0.1987	0.1758	0.4203	0.3263	0.2322	0.2618

◆ ここから **ウエイトを動かして**
標準偏差を最小化する。

※現代ポートフォリオ理論の応用



$$\min_w sd(X)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } w_1 + w_2 + w_3 &= 1 \\ 0 &\leq w_i \leq 1 \end{aligned}$$

頑健な交流人口とは

均一ウエイトでの期待値と標準偏差

	岡山駅	児島駅	新倉敷駅	倉敷駅	中国勝山駅	中庄駅	津山駅	備中高梁駅
期待値	-0.0038	-0.1572	0.0186	0.0180	0.0130	0.2159	-0.0209	0.2619
標準偏差	0.2118	0.1790	0.1987	0.1758	0.4203	0.3263	0.2322	0.3442

標準偏差の最小化を行った場合の期待値と標準偏差

	岡山駅	児島駅	新倉敷駅	倉敷駅	中国勝山駅	中庄駅	津山駅	備中高梁駅
期待値	0.0396	-0.0965	0.0966	0.0966	0.0690	0.2159	-0.0209	0.2619
標準偏差	0.1561	0.1074	0.1076	0.1398	0.2178	0.2475	0.1806	0.2638

期待値もプラス方向に改善

期待値を保ち最小化

	岡山駅	児島駅	新倉敷駅	倉敷駅	中国勝山駅	中庄駅	津山駅	備中高梁駅
市内ウエイト	0.87169	0.66443	0.93163	0.90674	0.81265	0.5709	0.63064	0.77751
県内ウエイト	0	0.25804	0.06837	0	0.13236	0.38918	0.273	0.01015
県外ウエイト	0.14872	0.07752	0	0.09326	0.05499	0.03992	0.09637	0.21234

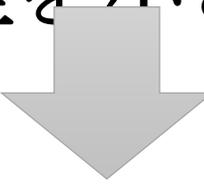
標準偏差を最小化した場合の滞在人口ウエイト

◆全ての地点で**市内のウエイト**が増加している。

頑健な交流人口とは

◆市内居住者の滞在人口のウェイトを高めることで期待値を維持

または改善しつつ標準偏差を小さくすることができる。



◆社会的ショックに見舞われている状況では、**近距離都市圏内在住者の滞在人口を増加**させることで滞在人口の脆弱性を小さくすることができ、**頑健な交流人口**が実現できる。

・ 下記の計算方法をもとに、「全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査」の結果の観測場所

別データの旅行速度・24時間交通量・車線数利用して、渋滞の起こりやすさをスコア化して、

Googleマイマップ上に描画して可視化する

～計算方法～

$$\text{渋滞スコア} = \left(\frac{\text{24時間交通量}}{\text{車線数}} \right) \times \left(\frac{\text{道路の平均速度}}{\text{旅行速度}} \right)$$

※旅行速度 = 区間の距離 ÷ 区間の所要時間

例) 観測場所：岡山市南区大福69番地1

$$12199 \div 4 \times 33.31 \div 3.2 = 31755.17$$

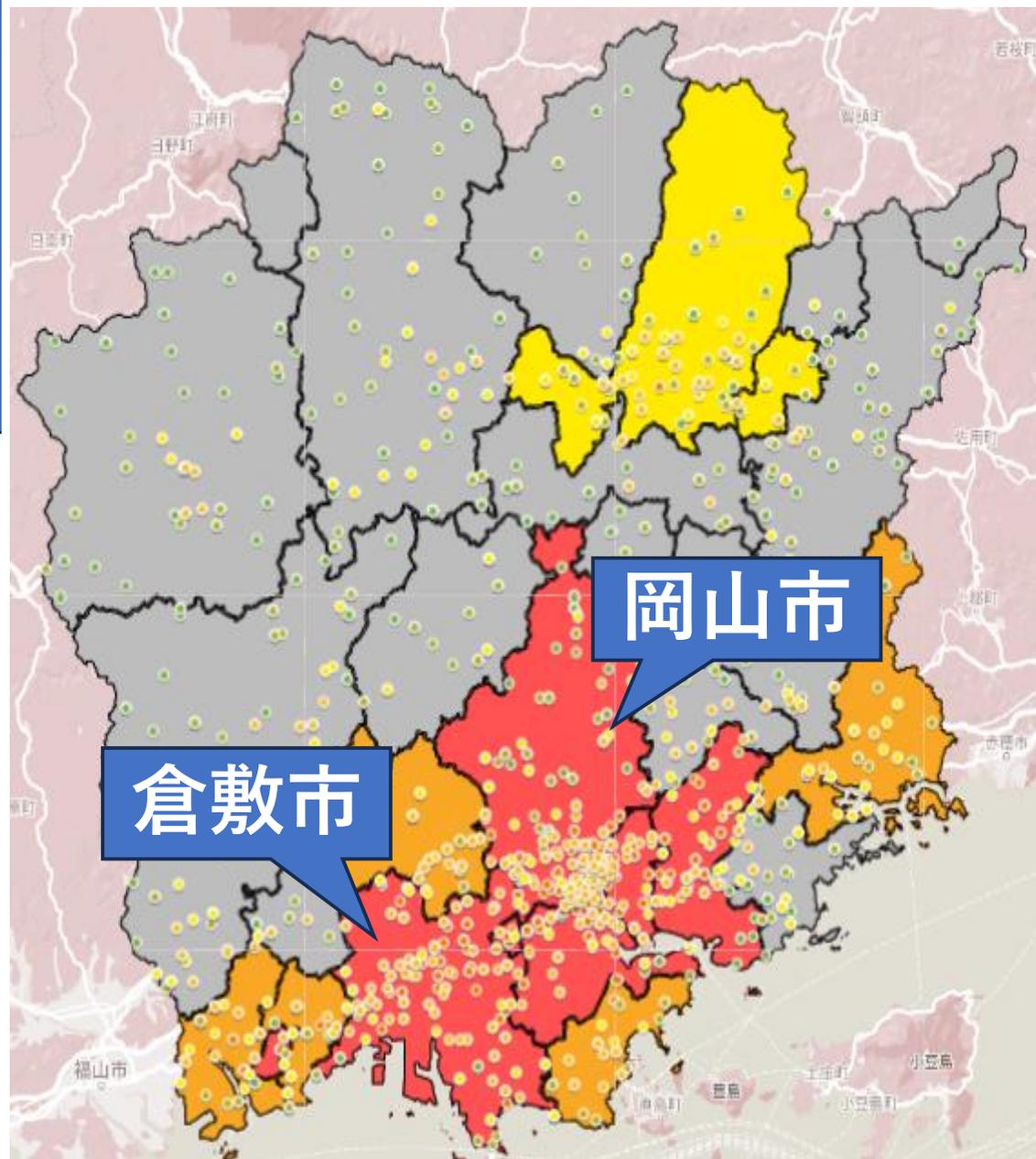
- ・ 車線数に対して交通量が多いと高くなる。
- ・ 全道路の平均速度に対して旅行速度が遅いと高くなる。

る。

◆ 渋滞スコアが高いほど渋滞が起こりやすいと言える

岡山都市圏の問題点

～岡山県の渋滞問題を可視化した図～



渋滞の起こりやすさ(点の色)		
区分	範囲	
非常に高い	31755.17	5134.573
高い	5126.497	2329.827
中程度	2327.768	1039.185
低い	1030.796	417.4708
非常に低い	415.6331	4.928939

”非常に高い”の割合が多い地域	
20%以上	
10%以上	
5%以上	
5%以下	

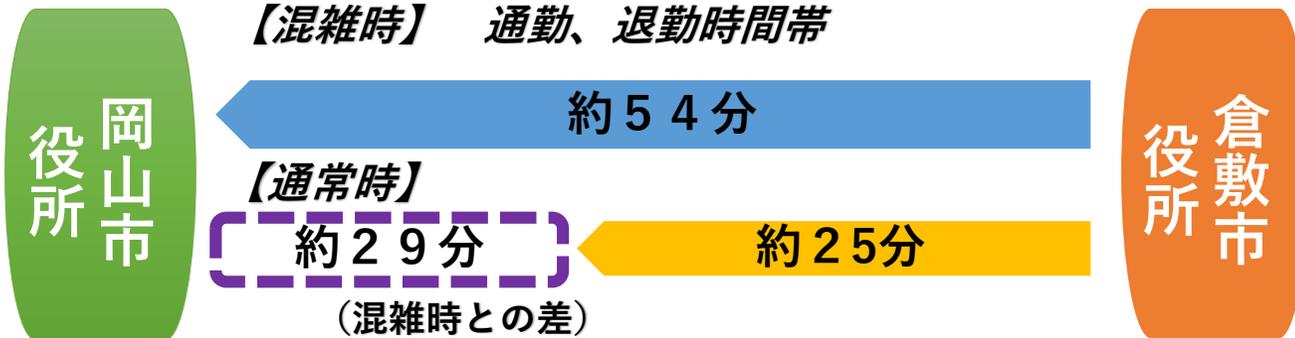
◆左の図から、
渋滞が起こりやすい箇所が
岡山都市圏に集中している。

岡山市役所から倉敷市役所までの所要時間（車）



◆ 左の図より、岡山市役所から倉敷市役所までの車での所要時間は、混雑時（通勤、退勤時間帯）と通常時を比べると約22分違いがあることが分かる。

倉敷市役所から岡山市役所までの所要時間（車）



◆ 左の図より、倉敷市役所から岡山市役所までの車での所要時間は、混雑時（通勤、退勤時間帯）と通常時を比べると約29分違いがあることが分かる。

◆ 上記より、車での所要時間は混雑時と通常時を比べると、約26分違いがあることが分かり、渋滞により時間のロスが発生している。

岡山都市圏の問題点

渋滞による影響② 渋滞による時間のロスの詳細

- 車利用者(人)×目的地までの所要時間(分) = 全体での所要時間(分)
- この計算式を利用し、それぞれ計算すると下記のようになる。(朝8時と夕方6時を混雑時として設定)

岡山市→倉敷市方面 (車利用者約14,149人)

- 通常時 14,149人×25分=353,725分
- 朝8時 14,149人×47分=665,003分
- 夕方6時 14,149人×47分=665,003分

倉敷市→岡山市方面 (車利用者約15,212人)

- 通常時 15,212人×25分=380,300分
- 朝8時 15,212人×60分=912,720分
- 夕方6時 15,212人×48分=730,176分

- 全体での混雑時の所要時間(分) - 全体での通常時の所要時間(分) = 混雑時に各区間でロスしている時間(分)

• この計算式を利用し、それぞれ計算すると下記のようになる。(朝8時と夕方6時を混雑時として設定)

岡山市→倉敷市方面 (通常時=353,725分)

- 朝8時 665,003分 - 353,725分 = 311,278分
- 夕方6時 665,003分 - 353,725分 = 311,278分

倉敷市→岡山市方面 (通常時=380,300分)

- 朝8時 912,720分 - 380,300分 = 532,420分
- 夕方6時 730,176分 - 380,300分 = 349,876分

◆ 混雑時に各区間でロスしている時間を合計してみると、約 1,504,852分。

◆ したがって、岡山市⇄倉敷市区間の渋滞により全体で1日、約 1,504,852分の時間のロスが生じている。

岡山都市圏の問題点

- ◆ 岡山市⇄倉敷市区間の渋滞によって全体で1日、

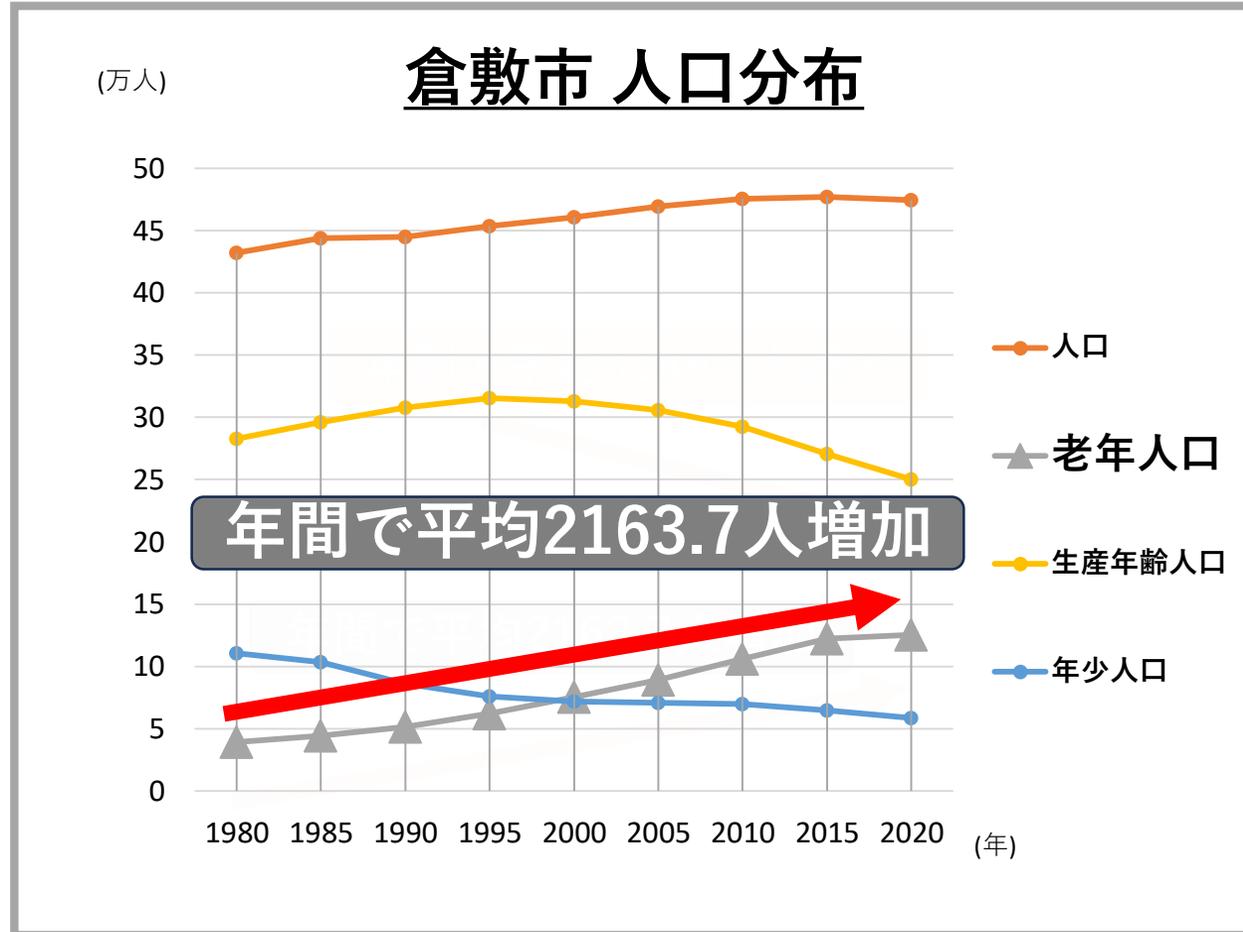
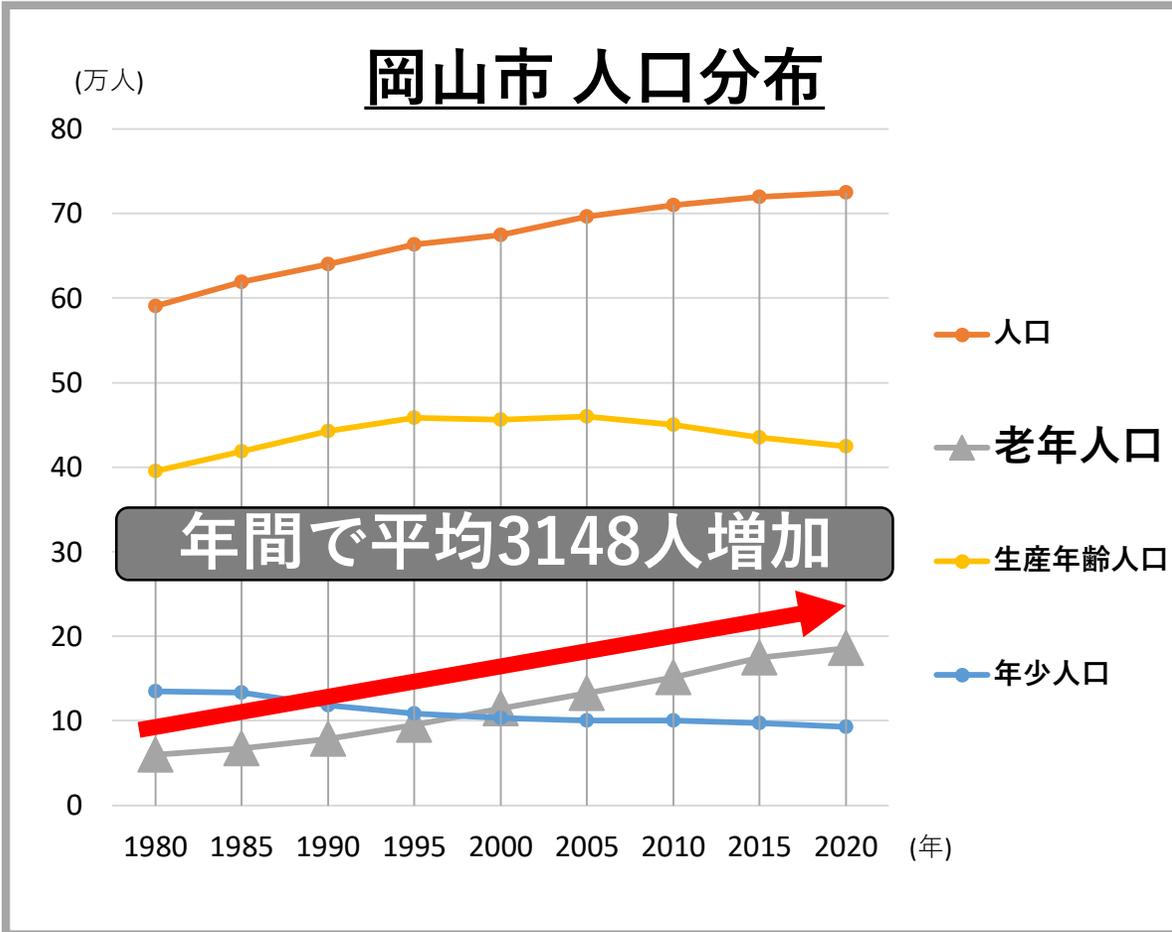
約1,504,852分の時間のロス。

※時間のロス：通常時と混雑時の所要時間の差の積算



- ◆ 1,504,852分を年に換算すると、
約2年9か月になることが分かる。

- ◆ したがって、1日の岡山市⇄倉敷市区間の渋滞により、**約2年9か月**もの時間のロスが生じており、渋滞が**交流人口**の妨げになっている。



- ◆ 上記のグラフより、40年で、岡山市の老年人口が**125,935人**増加している。倉敷市では**86,551人**増加しており今後も増加が見込まれる。
- ◆ 高齢化によって車を使えなくなる人が増え、**代わりの移動手段**が求められる。

問題点① 渋滞

- ・岡山県の中で渋滞が集中している。
- ・公共交通機関より **車** で移動する人の方が多い。
- **渋滞**による影響
 - ・所要時間が増加し時間のロスが発生している。
 - ・約 **2年9か月** もの時間のロスが生じており、**交流人口**の妨げになっている。

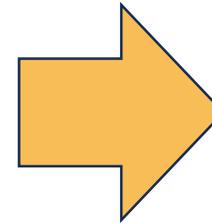
問題点② 高齢化

- ・老年人口が年々上昇している。
- ・高齢化によって車を使えなくなる人が増え、代替りの移動手段が求められる。



◆ この2つの問題を**公共交通機関**を整備することで緩和することができ、交流人口の増加が見込める。

岡山駅～倉敷駅のJR山陽線
ラッシュ時、1時間に5本以上
所要時間：17分程度



十分に利便性
がある

拠点となる倉敷駅への公共交通でのアクセスに課題
倉敷市の交通課資料でも言及されている。

バス

渋滞による利便性の低下
2024年問題によるドライバー不足
輸送力の限界

鉄道

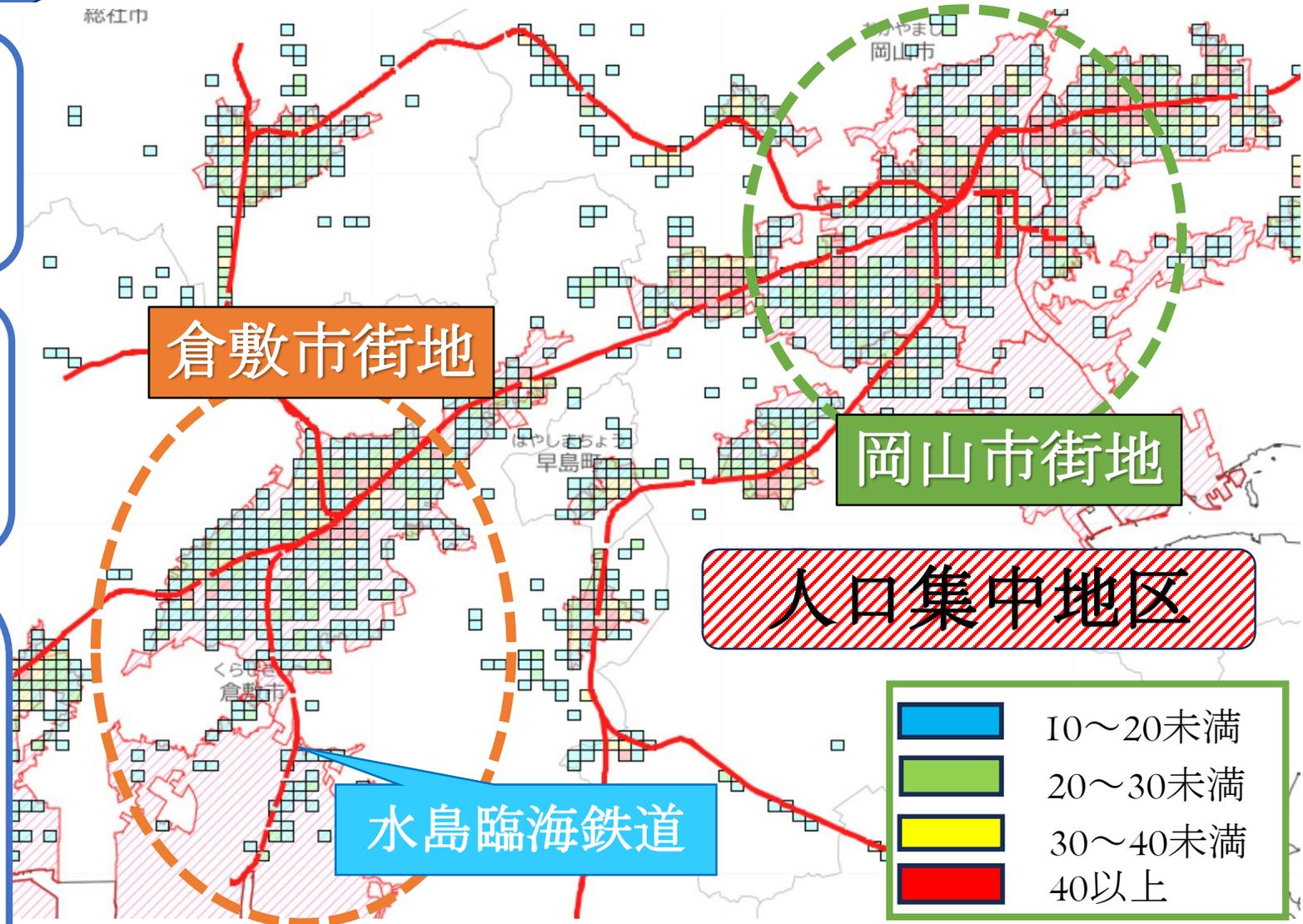
渋滞の影響を受けない
バスよりも輸送力が確保しやすい
投資コストが大きい

岡山市街地及び、倉敷市街地北部では鉄道路線沿いに満遍なく鉄道利用者が分布している。

しかし、倉敷市街地南部では市街地を南北に通る水島臨海鉄道の沿線で人口集中地区であるにもかかわらず利用者はまばらである。

この利用状況の比較から水島臨海鉄道は利用者を獲得する
ポテンシャルを秘めている。

利便性向上により利用者を増加させ、岡山都市圏の抱える課題の緩和を行い交流人口の増加を目指す。



利用交通手段別 15歳以上従業者・通学者 鉄道・電車(人)

岡山都市圏の問題点

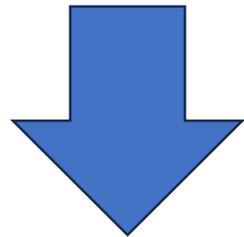
倉敷市から岡山市への通勤者

真備地区		順位
地区人口	23008	5
通勤者数	600	7
自家用車割合	70.0%	3
鉄道割合	20.0%	5
船穂地区		順位
地区人口	7433	8
通勤者数	300	8
自家用車割合	50.0%	7
鉄道割合	50.0%	1
玉島地区		順位
地区人口	65435	4
通勤者数	3050	4
自家用車割合	49.2%	8
鉄道割合	45.2%	2
水島地区		順位
地区人口	89636	2
通勤者数	3450	3
自家用車割合	73.6%	1
鉄道割合	15.5%	8



庄地区		順位
地区人口	14927	7
通勤者数	2250	5
自家用車割合	70.0%	3
鉄道割合	20.0%	5
倉敷地区		順位
地区人口	191899	1
通勤者数	13200	1
自家用車割合	70.2%	2
鉄道割合	24.0%	4
茶屋町地区		順位
地区人口	16009	6
通勤者数	1500	6
自家用車割合	70.0%	3
鉄道割合	20.0%	5
児島地区		順位
地区人口	73743	3
通勤者数	4100	2
自家用車割合	62.4%	6
鉄道割合	33.0%	3

水島臨海鉄道 の利便性向上



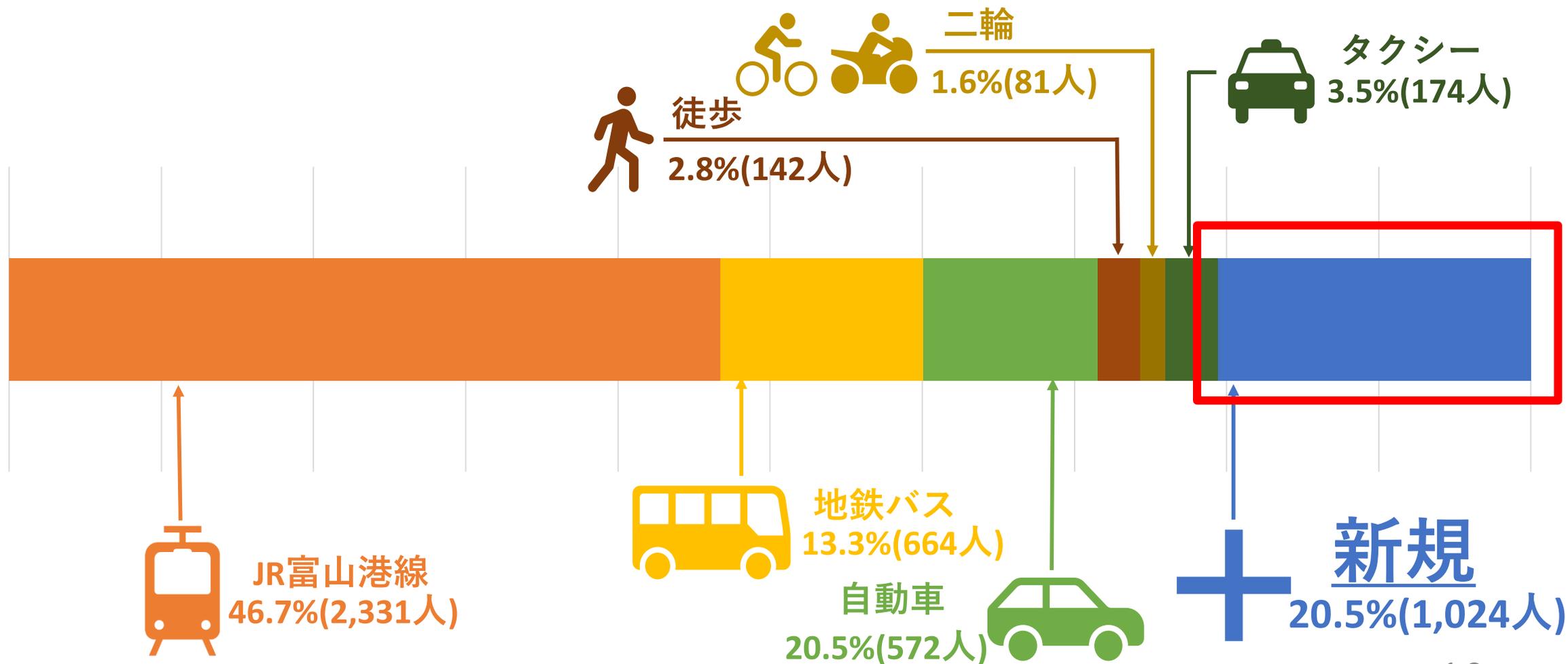
公共交通の利用を促し
交流人口の増加を図る

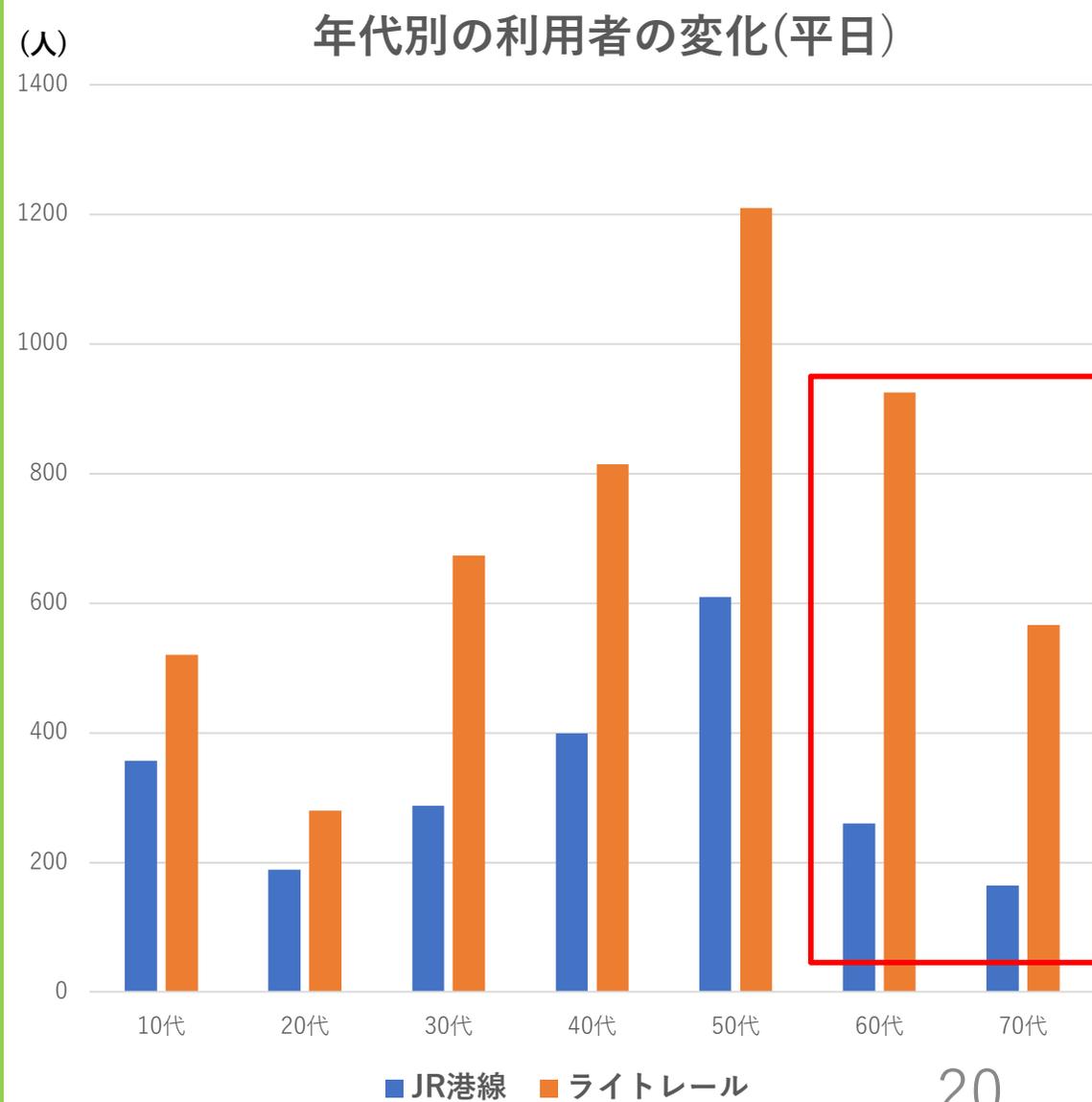
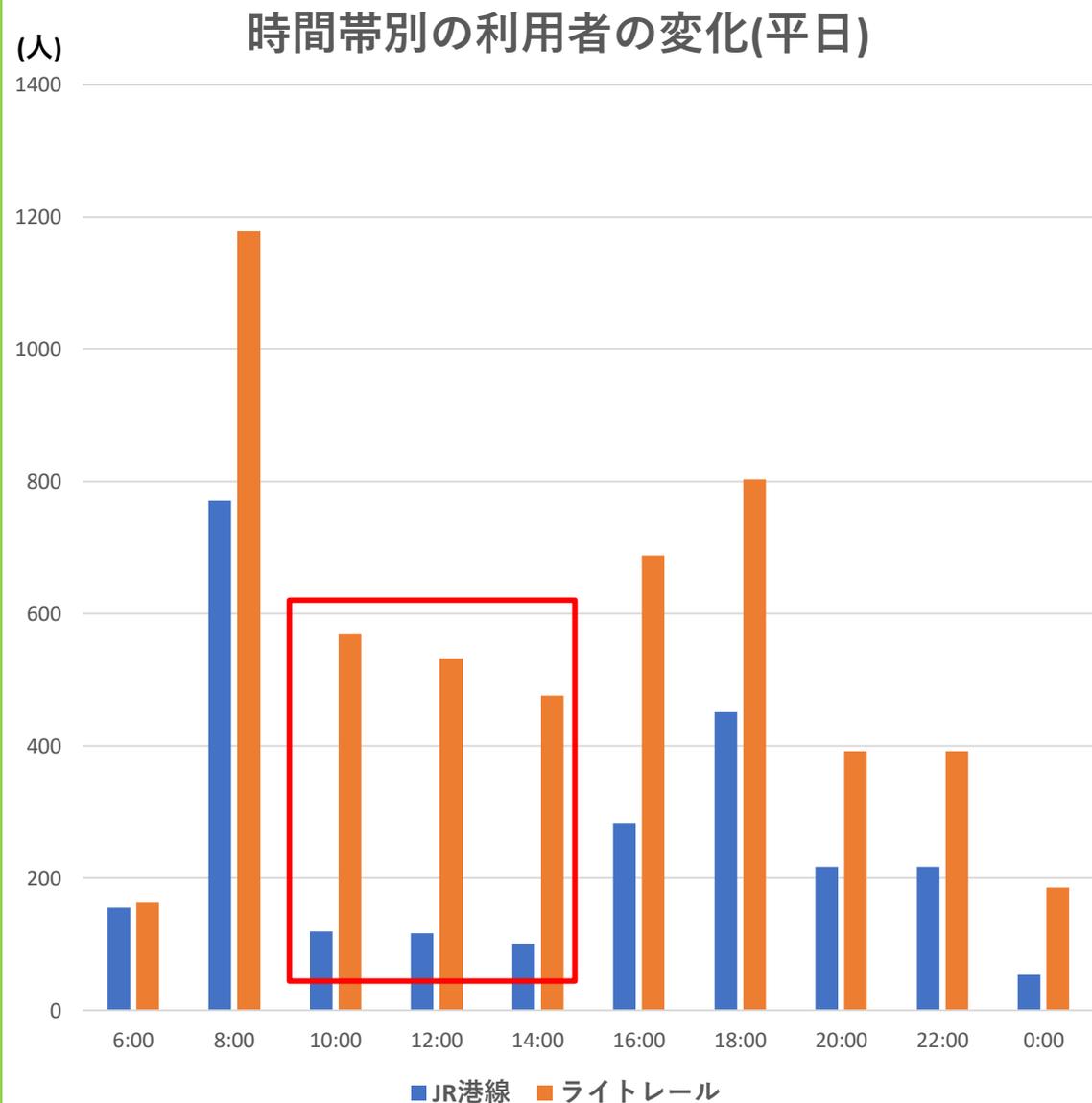


LRT化

	JR富山港線	富山ライトレール	水島臨海鉄道
運行本数(上下)	38本	132本	60本
運行間隔	30～60分	10～15分	20～40分
利用者(一日当たり)	平日2266人 休日1045人	平日4988人 休日5576人	7322人
駅数	9駅	13駅	10駅
路線距離	8.0km	7.7km	10.4km
運賃	140～200円	均一210円	190～350円

富山ライトレール利用者の以前の移動手段



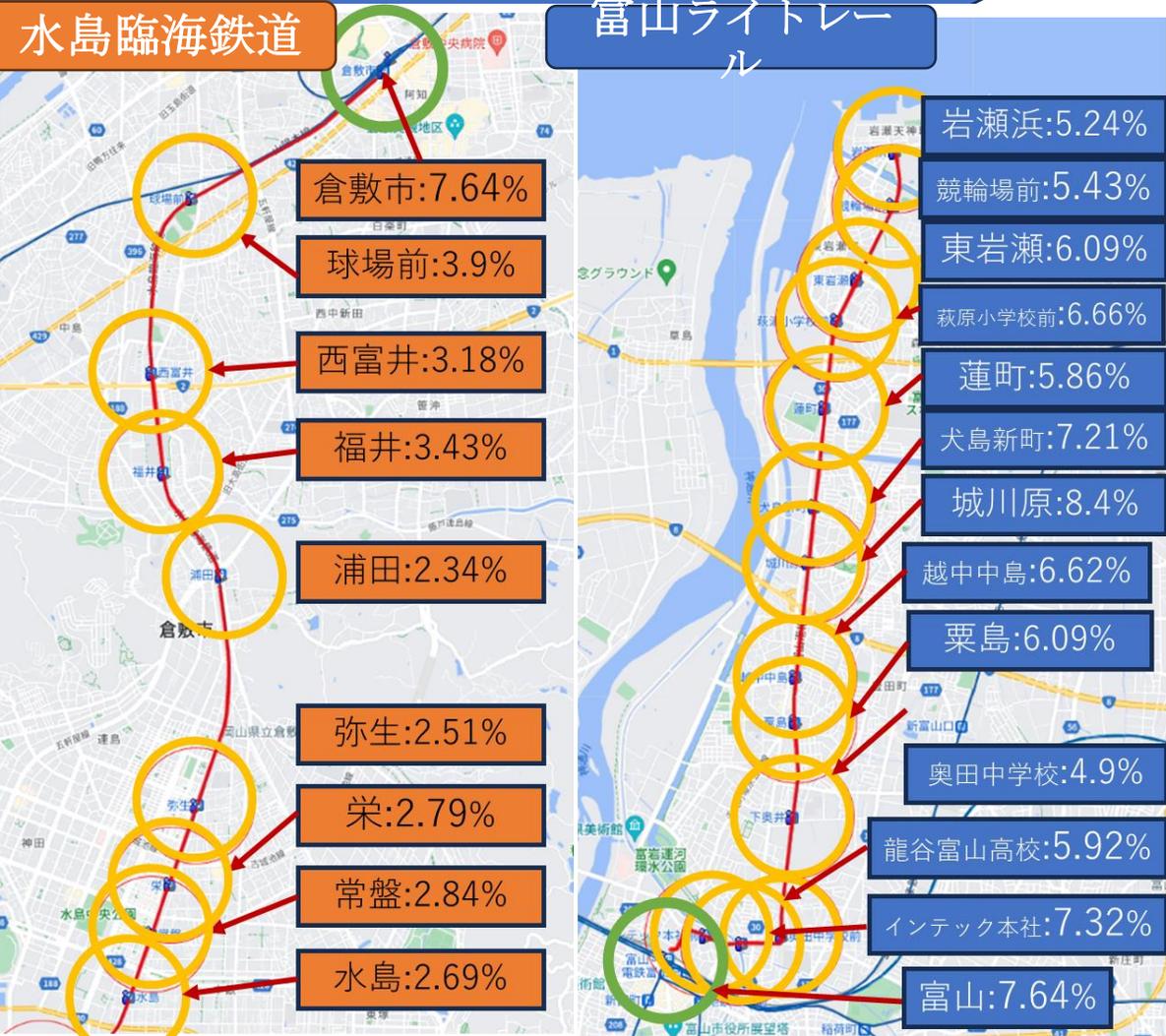


施策の概要・効果

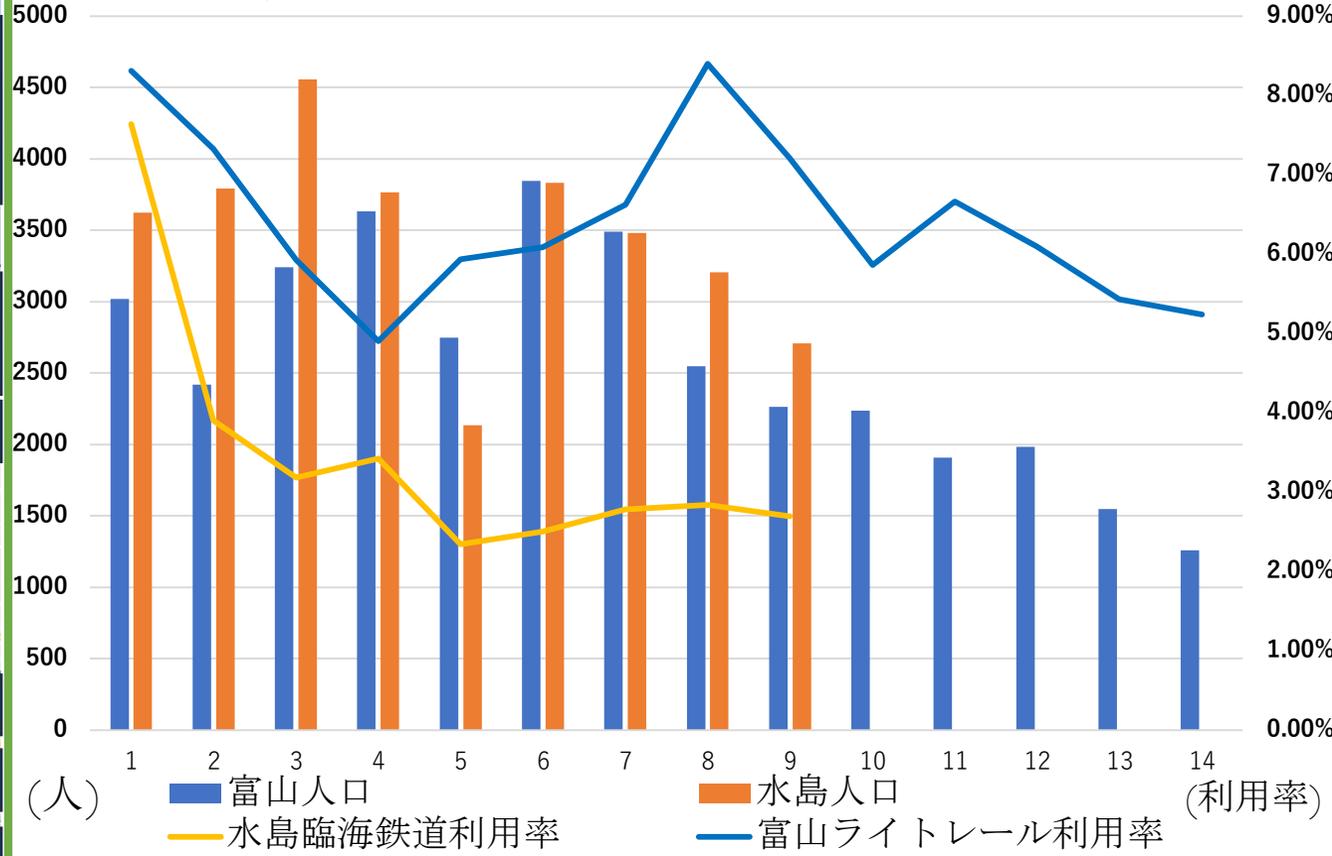
沿線500m圏内の人口 鉄道・電車利用率の比較

水島臨海鉄道

富山ライトレール



駅から半径500mの人口と利用率



※三菱自工前は人口0人,鉄道利用者1人のため除外
 ※x軸の数字は主要駅からの駅順

- ◆ 水島臨海鉄道は富山ライトレールに比べ各駅から500m圏内の人口が多いが、倉敷市駅(緑枠内のグラフのX軸1)以外の鉄道利用率が低く主要駅から離れるほど**利用率が減少している**。
- ◆ 富山ライトレールは、主要駅の富山駅から離れた駅でも一定の**利用率を保っている**。

施策の概要・効果

沿線状況の比較 沿線付近の鉄道・電車利用 ～富山ライトレール～

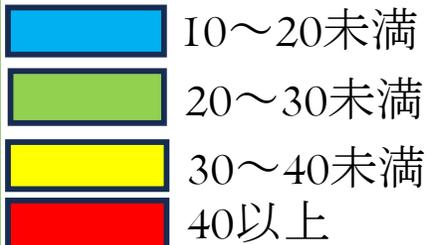


・富山ライトレールの沿線沿いに
利用者が分布している。

富山駅

・富山市街地周辺の沿線地域
は、
鉄道利用者が多い。

利用交通手段別 15歳以上従業者・通学者 鉄道・電車(人)



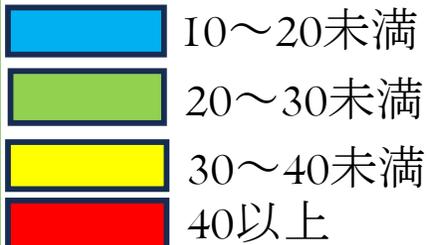
施策の概要・効果

沿線状況の比較 沿線付近の鉄道・電車利用 ～水島臨海鉄道～

- 倉敷市街地周辺の沿線地域は、**鉄道利用者が多い**。



利用交通手段別 15歳以上従業者・通学者 鉄道・電車(人)



沿線半径500m比較	富山ライトレール	水島臨海鉄道
居住人口 (人)	26,708	44,957
利用者数 (人)	1,670	1,766
沿線利用者割合	6.25%	3.93%
乗降客数 (人)	7,891	7,322

◆ 沿線人口は水島臨海鉄道の方が多いが利用率は富山ライトレールが、約1.6倍となっており、乗降客数も富山ライトレールが水島臨海鉄道を上回っている。

◆ 水島臨海鉄道に富山ライトレールを参考にしたLRT化を実施することで、富山ライトレールのように利用者の増加が期待され交流人口の増加を見込める。 24

- ◆路線の特徴として水島臨海鉄道は富山ライトレールの前身である富山港線に類似点が多い。
- ◆富山港線はLRTへの転換で利用者を大幅に伸ばしており、沿線人口が多い水島臨海鉄道の乗降客数を上回っている。
- ◆富山ライトレールへの転換により、全体の利用者が増加し自動車からの交通手段の転移も起きている。また、高齢者の利用の増加が著しい。

施策の概要・効果



運行形態



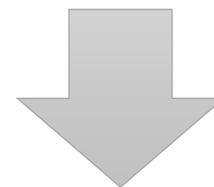
施策の概要・効果

現在の時刻表とLRT化の運行ダイヤの例

水島駅(現在)		水島駅(LRT化案)	
5時	26 52	30	
6時	29 47	0 30 45	
7時	8 32 55	0 12 15 30 42 45	
8時	33 52	0 12 15 30 42 45	
9時	40	0 12 15 30 42 45 57	
10時	2 24	0 20 40	
11時	9 52	0 20 40	
12時	32 52	0 20 40 57	
13時	1 50	0 20 40	
14時	24 42	0 20 40	
15時	36 55	0 20 40	
16時	36	0 12 15 30 42 45	
17時	1 50	0 12 15 30 42 45	
18時	20 29 56	0 12 15 30 42 45	
19時	34 45	0 12 15 30 42 45	
20時	12 51	0 20 40	
21時	29	0 20 40	
22時	8	0 30	
23時		0	

◆ 現在(1日当たり)

- 旅客30本
すべて倉敷市駅行き
- 貨物4本



◆ LRT化案(1日当たり)

- 旅客70本
普通：倉敷市行き
快速：JR岡山駅行き
- 貨物4本

施策の概要・効果



駐輪場の整備



交通系ICカードの導入

水島臨海鉄道LRT化概要



駅周辺設備のバリアフリー化



アクセシビリティの向上

施策の概要・効果

LRT化後の利用者の予想

現状

- ・本数:1~3本/時

LRT化

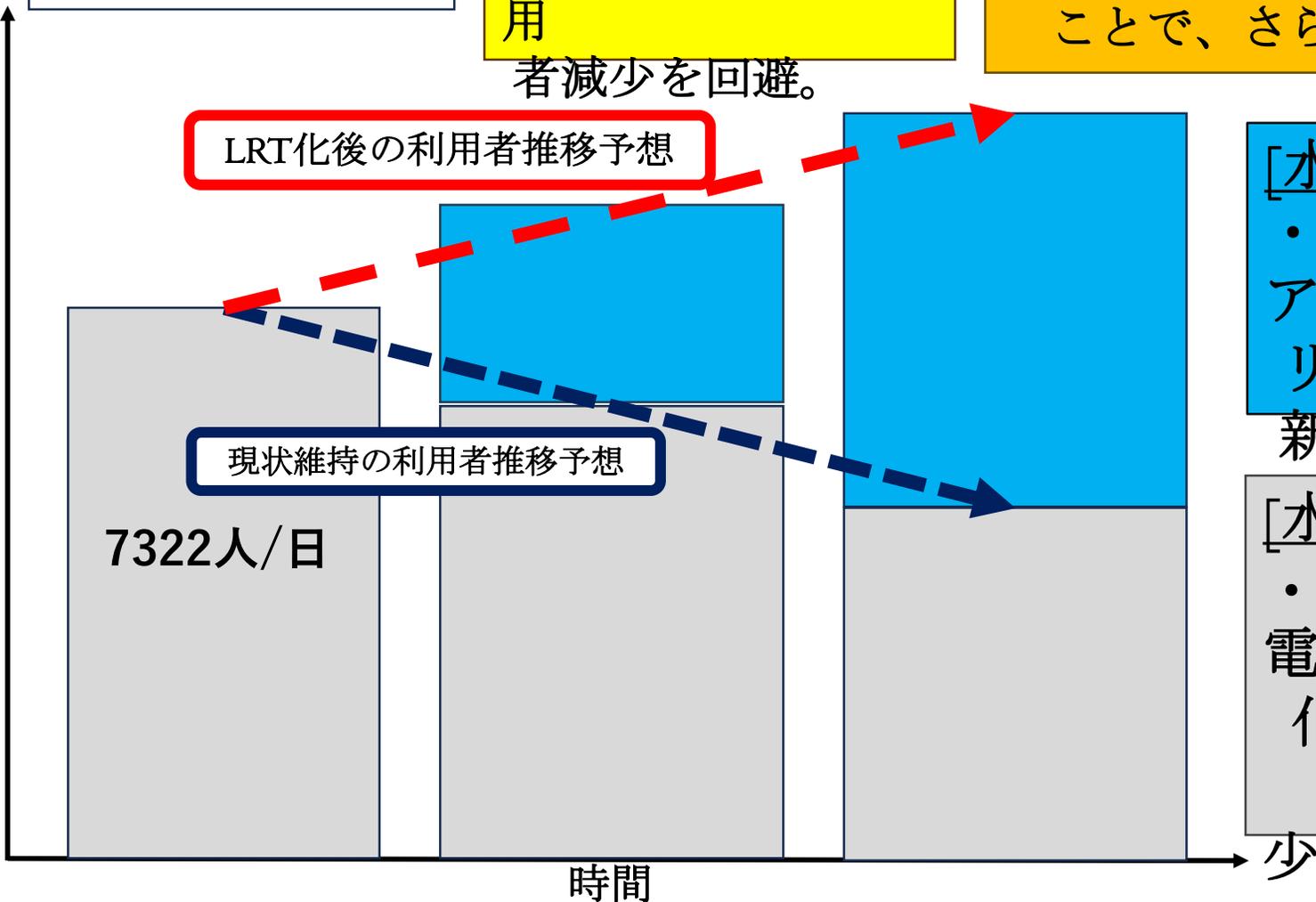
- ・LRT化による運行

本数増加により、利用者減少を回避。

LRT化+岡山駅直通

- ・LRT化に加え、水島臨海鉄道から山陽本線岡山駅行に乗り換えなしで移動可能になることで、さらに利用者増加を見込む。

水島臨海鉄道の利用者(人/日)



[水島臨海鉄道のLRT化を想定]

- ・LRT化後、運行本数増加・バリア

フリー化により、車からの転換及び、新規利用者を見込む。

[水島臨海鉄道の現状維持を想定]

- ・水島臨海鉄道の現状のまま（非電化、運行本数1~3本）とした場合を想定し、倉敷市の人口減

- ◆ 沿線住民にアンケートを行い、LRT化についての意見や利用予定の有無を質問し効果を予測したい。
- ◆ ただし政策実施前に、政策効果を正確に定量的に測定するのは一般的に困難をとまなう。
- ◆ そのため、LRT化後に、事後的な政策評価をおこなう。
合成コントロール法などを用いて客観的に政策評価・効果の検証をしたいと考えている。

頑健な交流人口とは

- ◆ 社会的ショックに見舞われている状況での交流人口の変動を低減する。
- ◆ 近隣都市圏間の滞在人口を増加させることにより滞在人口全体の標準偏差を最小化することができ、頑健な交流人口を実現できる。

施策提案

- ◆ 岡山都市圏の2つの問題点を踏まえて、沿線が人口集中地区にもかかわらず利用者が少ない水島臨海鉄道の利便性向上を行い岡山都市圏の問題点を緩和する。
- ◆ 交流の妨げになっている問題点の緩和により近距離都市圏での交流人口を増加させる。

岡山都市圏の問題点

- ◆ 渋滞が人流の妨げになっている。特に倉敷市、岡山市間での渋滞が深刻でありこの区間では自家用車の利用率が高い。
- ◆ 高齢化が進んでおり、車の運転が難しくなった際の交通手段の確保が必要である。

施策の概要、効果

- ◆ 富山ライトレールの前例を参考にして運行形態をLRTに変更する。
- ◆ 水島臨海鉄道の路線特性と岡山都市圏の人流の特性からJR岡山駅までの直通運転を行い、富山ライトレール以上の利用率獲得を見込む。
- ◆ 高齢者の利用者増加および、車からの交通手段の転移により近距離都市圏での交流人口が増加する。

参考文献

- ・ 金融工学入門,ルーエンバーガーデービット,日本経済新聞社,2002
- ・ 倉敷市地域公共交通網形成計画/交通政策課/倉敷市
<https://www.city.kurashiki.okayama.jp/30814.htm#itemid149245>
- ・ 国土交通省 LRT等の都市交通整備の街づくりへの効果
<https://www.mlit.go.jp/common/000139693.pdf>
- ・ scipy.optimize.minimizeの使い方
<https://qiita.com/Gyutan/items/97b7cb7d30772f2283a1>
- ・ 日本民営鉄道協会 みんなつLol.72冬号 貨物・旅客輸送併営で地域活性化に取り組む
https://www.mintetsu.or.jp/association/mintetsu/pdf/72_p16_19.pdf
- ・ 北陸地域づくり協会 次世代型の公共交通サービス導入によるまちづくり
<http://www2.hokurikutei.or.jp/lib/shiza/shiza08/vol21/topic2/data>
- ・ 水島臨海鉄道株式会社
<https://www.mizurin.co.jp/passenger/routemap.html>
- ・ 桃太郎線LRT化検討|岡山市
<https://www.city.okayama.jp/shisei/category/4-12-34-5-0-0-0-0-0-0.html>
- ・ note.nkmk.me python matplotlib
<https://note.nkmk.me/matplotlib/>

データベース

- ・国土数値情報

<https://nlftp.mlit.go.jp/>

駅別乗降者数データ

- ・政府統計の総合窓口 (e-stat)

<https://www.e-stat.go.jp/>

令和2年度国勢調査/従業地・通学地による人口・就業状況等集計

- ・地理情報システム JSTAT MAP

<https://www.e-stat.go.jp/gis/gislp/>

令和2年度国勢調査/利用交通手段別15歳以上従業者・通学者 鉄道・電車

- ・V-RESAS 岡山県の推定居住地ごとの2019年同週比の推移

<https://v-resas.go.jp/prefectures/33>

- ・RESAS 地域経済分析システム

<https://resas.go.jp/#/1/01100>

人口推移

- ・Google Maps

<https://www.google.co.jp/maps>

- ・Google My Maps

<https://www.google.co.jp/intl/ja/maps/about/mymaps/>