

「データプラットフォームくれ」を活用せよ！
広島県呉市からの発信データを活かしたまちづくりアイデアコンテスト

広島県呉市様

いきいきパス利用データを活用した 待ち時間解消のためのインターモーダルサービスの提案

2024/2/28

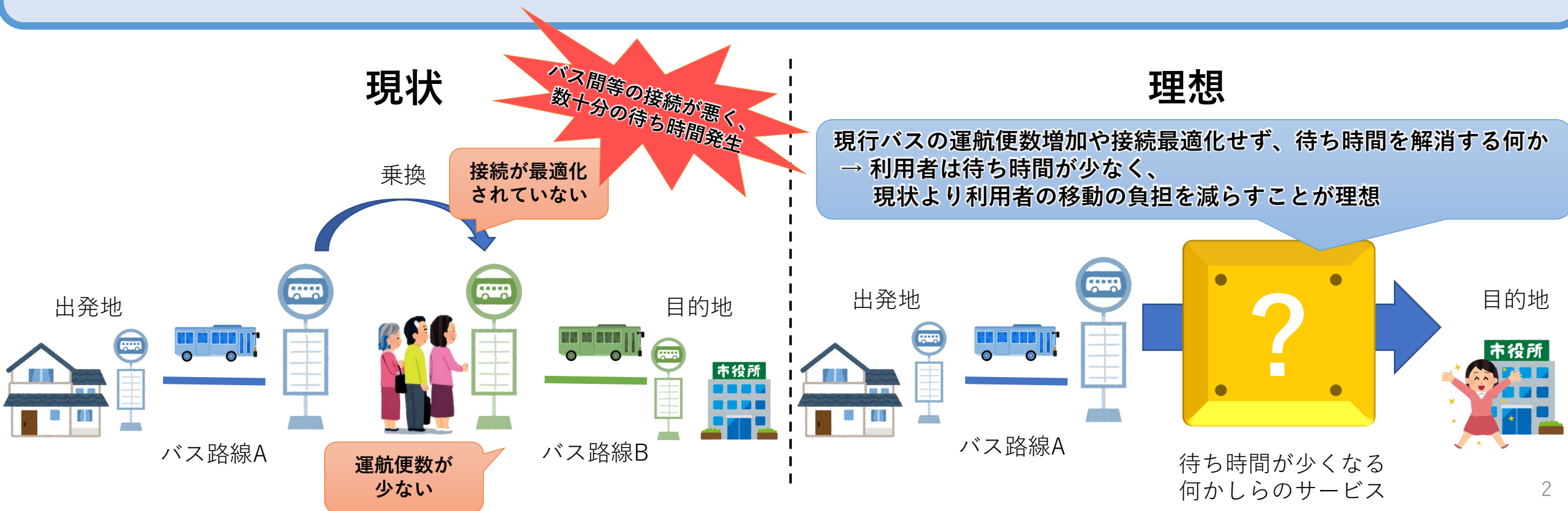
氏名：【ののの】

-本稿の概要

いきいきパス利用データを活用した乗換待ち時間の可視化と解消のためのインターモーダルサービス^(※1)案の提案

※1：インターモーダルサービスとは、複数の交通手段や輸送手段を組み合わせ、より効率的で便利な移動を可能とすること。

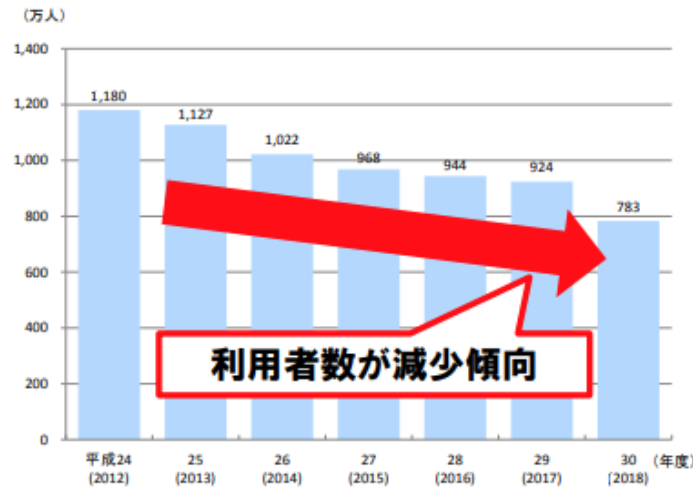
高齢者を含むバス利用者の「運航便数が少ない」兼「バス間の乗り換え待ち時間が長い」課題に対し、「現行バスの運航便数増加や接続最適化せずに、待ち時間を解消する」アイデアである。



-データから見えた呉市に対するアイデア 呉市における地域課題

- 市内路線バスの年間乗車人数は減少傾向にあるが、現在バスを利用していない人についても一定の利用意向があり、バス等に対する満足度の低い点の解消が望まれる。
- 特に「一日の運航便数」や「バスの乗り換え待ち時間」に対する満足度の改善が必要

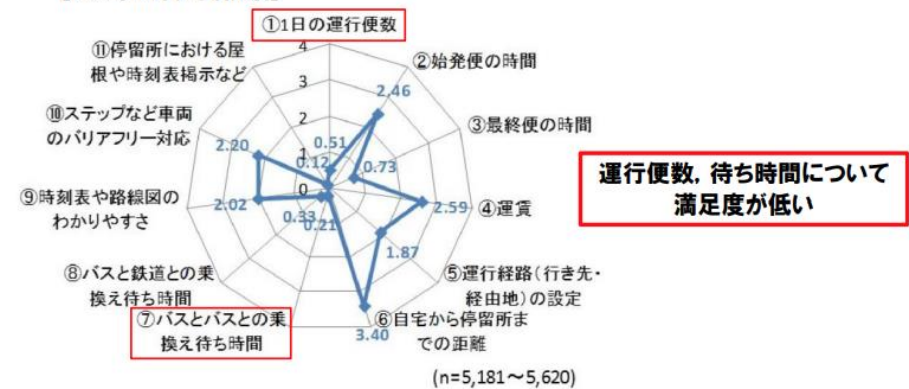
【市内路線バスの年間乗車人員の推移
(広島電鉄株式会社)】



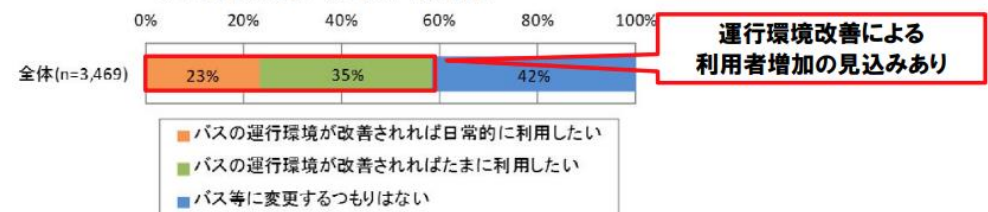
出典：広島電鉄株式会社資料

引用：呉市，“第2章 呉市の現況と課題，” pp.17-18.

【バス等に対する満足度】



【バスを利用していない人の利用意向】



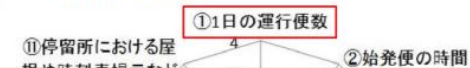
出典：呉市「呉市地域公共交通ビジョン（平成26年度）」

-データから見えた呉市に対するアイデア 呉市における地域課題

- 市内路線バスの年間乗車人数は減少傾向にあるが、現在バスを利用していない人についても一定の利用意向があり、バス等に対する満足度の低い点の解消が望まれる。
- 特に「一日の運航便数」や「バスの乗り換え待ち時間」に対する満足度の改善が必要

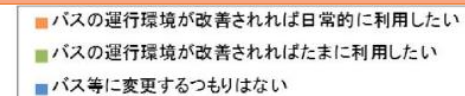
【市内路線バスの年間乗車人員の推移
(広島電鉄株式会社)】

【バス等に対する満足度】



実際に、乗り換えを行う利用者数がどの程度いるのか？
利用者が待ち時間としてどの程度費やしているのか？
どこのバス停間で多くの待ち時間が発生しているのか？

⇒まずは、いきいきパスの利用データから可視化し、課題の重要性を把握する



出典：広島電鉄株式会社資料

出典：呉市「呉市地域公共交通ビジョン（平成26年度）」

-データ分析：乗り換えを行う利用者数と待ち時間の可視化 分析対象データについて

- いきいきパスの利用データより、乗り換えを行う利用者数がどの程度いるのか、また、待ち時間として月々どの程度費やしているのかを確認し、課題の重要性を把握する。
- 分析データ：データプラットフォームくれ/データセットのダウンロード/いきいきパスの利用データ
<https://www.expolis.cloud/guides/opendata/t/kure/dataset/download>
- 分析対象データの詳細
 - 分析対象日数：2022/1/1～2022/12/31
 - データ数：1909464 ※重複データ削除後
 - 分析対象の利用者ID数：25146 人
 - 分析対象の実データ日数：364日分 (2022/9/19のデータのみ存在せず)
- 分析環境／ソフト：Google Colaboratory, Excel

```
1 # 各日数ごとのデータ数を確認
2 any_data['乗車年月日_年月日'].value_counts()

2022-04-15    7879
2022-06-17    7625
2022-11-04    7528
2022-10-14    7480
2022-04-22    7401
...
2022-02-13    1661
2022-01-03    1646
2022-01-23    1376
2022-01-02    1185
2022-01-01     707
Name: 乗車年月日_年月日, Length: 364, dtype: int64
```



-データ分析：乗り換えを行う利用者数と待ち時間の可視化 乗り換え利用者の定義について

- 「乗り換え利用者」の定義／算出条件は下記とする。

条件1. バス利用履歴が同日中に2回以上である利用者であること

条件2. 前バス「降車停留所名」と現バス「乗車停留所名」が一致する履歴であること
(前バス：A地点⇒B地点 現バス2：B地点⇒C地点 となること)

一致すること

条件3. 前バス「乗車停留所名」と現バス「降車停留所名」が異なる履歴であること
(前バス：A地点⇒B地点 現バス2：B地点⇒C地点 となること)

異なること

事前に乗り換えバス停名の表記は統一

【広市民センター】と【(広循環)広市民センター】
→【広市民センター】へ統一



データを置き換えるためのマッピングを定義

```
mapping = {  
  # 置換前          : 置換後  
  '(広循環) 広市民センター' : '広市民センター',  
  '(広循環) 二級橋'         : '二級橋',  
  '(広循環) 広大橋'         : '広大橋',  
  '(広循環) 広交叉点'       : '広交叉点',  
  '(広循環) 北大新開'       : '北大新開',  
  '(広循環) 広駅前'         : '広駅前',  
  '(苗代平原) 四道路'       : '四道路',  
  '(苗代平原) 呉駅前'       : '呉駅前',  
  '(苗代平原) 本通3丁目'    : '本通3丁目(呉市)',  
  '(倉橋交通) 桂浜・温泉館' : '桂浜・温泉館',  
  '(昭和循環) 昭和市民センター' : '昭和市民センター',  
  '(阿賀音戸) 阿賀駅'      : '阿賀駅',  
  '大正橋(呉市)'           : '鍋棧橋'  
}
```

バス停表記の統一

-データ分析：乗り換えを行う利用者数と待ち時間の可視化 乗り換え待ち時間の算出について

- 「乗り換え待ち時間」の算出方法は下記とする。
 - 同日中のバス利用履歴を履歴1、履歴2…とするとき
(履歴1の降車時間) - (履歴2の乗車時間) = 待ち時間(※2) とする。
※2 待ち時間が1時間を超える場合、別目的で立ち寄ったものとし、待ち時間から除外する。

$$\text{待ち時間} = (\text{履歴1の降車時間}) - (\text{履歴2の乗車時間})$$

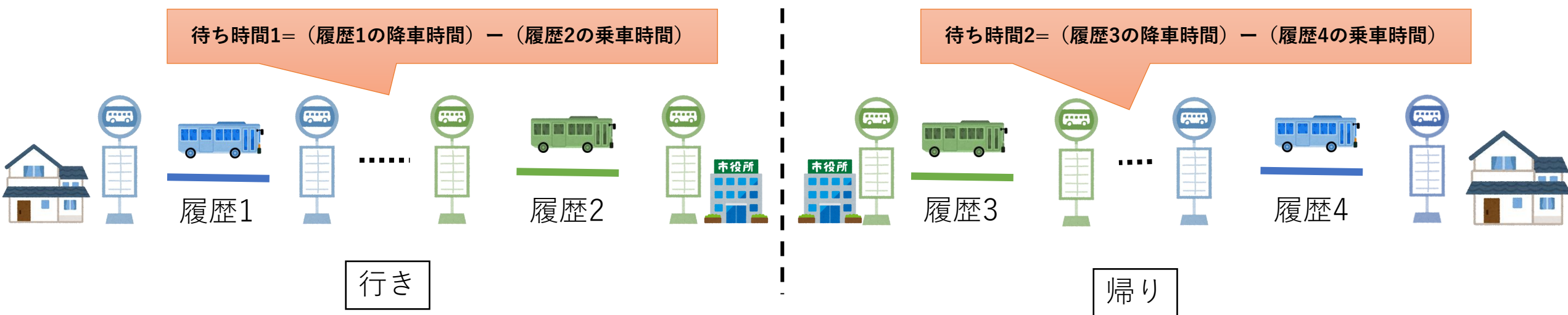


-データ分析：乗り換えを行う利用者数と待ち時間の可視化 乗り換えを行う日常利用者について

- さらに、今回は“日常的に”バスを利用する利用者を対象とし、往復分を考慮して同日中に4回以上バスを利用する利用者をピックアップする。
 - 同日中のバス利用履歴を履歴1、履歴2、履歴3、履歴4…とするとき、

$$\left. \begin{array}{l} (\text{履歴1の降車時間}) - (\text{履歴2の乗車時間}) = \text{待ち時間1} \\ (\text{履歴3の降車時間}) - (\text{履歴4の乗車時間}) = \text{待ち時間2} \end{array} \right\}$$

の合計を待ち時間とする。



-分析結果：乗り換えを行う利用者数と待ち時間

乗り換えを行う利用者数と待ち時間（日間）

- 乗り換えを行う利用者数 : 6017人（全体利用者の約23.9%が乗り換えを行う利用者）
- 乗り換えに費やす時間(日間) : 平均値 29分7秒、中央値 23分25秒、
最大値 3時間52分47秒

```
0  
7 # 乗り換え時間が発生しているデータに絞る  
8 norikaeUser = waitTime_per_user[waitTime_per_user['乗換待ち時間'] > timedelta(0)]  
9 len(norikaeUser)
```

8017

平均値

```
1 norikaeUser_per_day['乗換待ち時間'].mean()
```

Timedelta('0 days 00:29:07.398633376')

中央値

```
1 norikaeUser_per_day['乗換待ち時間'].median()
```

Timedelta('0 days 00:23:25')

2022年の日付毎の合計乗り換え待ち時間

乗換待ち時間

	cal_ID_date	乗換待ち時間
27aad7f7d9a51d913f471fc006f0be51bf419c4fbfed81eccbbb411d874a4ad72022-01-25		0 days 00:00:01
e59dbb1de6c269cfda67c6cce86d8380b70e8613e37a4bd726b6ef3f519c0e8c2022-07-11		0 days 00:00:01
ec4a4e0178498086d3a2d93129d267ba06077987f480bcda5e11382c0ab649e42022-08-23		0 days 00:00:01
1ac662dca829439ae0d4fb20ee9c1bc6ec068cc17b5594fae6b0721955154ae52022-11-10		0 days 00:00:01
ca295bffcc8781a040213307e17ce37abb944b67a43e676cb6617111bb2035322022-08-02		0 days 00:00:01
...		...
0880eded25cf5ab27f77b9238d0de27be5a86d630d51e05a8f39c7a027916c432022-11-04		0 days 03:10:21
0880eded25cf5ab27f77b9238d0de27be5a86d630d51e05a8f39c7a027916c432022-11-15		0 days 03:17:36
4d6224520f33abce5204263517926f7835765089f91b1f82442ae05fae6d03812022-12-19		0 days 03:18:52
0880eded25cf5ab27f77b9238d0de27be5a86d630d51e05a8f39c7a027916c432022-05-06		0 days 03:29:51
<u>0880eded25cf5ab27f77b9238d0de27be5a86d630d51e05a8f39c7a027916c432022-07-08</u>		<u>0 days 03:52:47</u>

最大値

カードIDi

日付

-分析結果：乗り換えを行う利用者数と待ち時間

乗り換えを行う利用者数と待ち時間（年間）

- 乗り換えを行う利用者数 : 6017人（全体利用者の約23.9%が乗り換えを行う利用者）
- 乗り換えに費やす時間(年間) : 平均値 4時間38分22秒、中央値 1時間18分46秒
年合計の待ち時間 最大値 9日13時間50分7秒
⇒最大値の方は毎日平均37分ほど待ち時間に費やす計算に…

```
6  
7 # 乗り換え時間が発生しているデータに絞る  
8 norikaeUser = waitTime_per_user[waitTime_per_user['乗換待ち時間'] > timedelta(0)]  
9 len(norikaeUser)
```

6017

平均値

```
1 norikaeUser['乗換待ち時間'].mean()  
  
Timedelta('0 days 04:38:22.656639521')
```

中央値

```
1 norikaeUser['乗換待ち時間'].median()  
  
Timedelta('0 days 01:18:46')
```

最大値

2022年の合計乗り換え待ち時間

乗換待ち時間

カードIDi	乗換待ち時間
df3b4e7eb8b69a3636f9e39511aa42322da8c5f2f21c14ba170dcf3fe5f9ab4e	0 days 00:00:02
1772878909dbbc98689976241b055271f606f2d696c1a631aec5c17c70c3873f	0 days 00:00:05
58716f3aa8458eb252cca0f8ba1fc7fc43f9519bbe09b19de89ab8a70dd57de8	0 days 00:00:08
7238811b0625f66228614b830f65509e0121531577c9e2dcedacafab31c953c6	0 days 00:00:09
60fe04b738f3fa05f1f4779b54d019ae81373b8f0f7444e1e757f391079f08b9	0 days 00:00:13
...	...
3c3e5eb9e0d6978d6159f12280aa52f819e85102251e5adc38215921ebd7ac8f	5 days 08:30:51
b486834c91b66dbac7ebf8716e8f93007368448b45bd65905e0b3ed59a8780fc	5 days 18:47:37
33853996b230e24878aceec49cea45dcfae57a6fe69a0b808924a62df1e752f3	7 days 10:46:25
0880eded25cf5ab27f77b9238d0de27be5a86d630d51e05a8f39c7a027916c43	7 days 20:00:56
f1af2155450f2fbf74d64f29d488a3ea8a3310287d44c1c4d9fa40b92748e472	9 days 13:50:07

カードIDi

-分析結果：乗り換えを行う利用者数と待ち時間

乗り換えを行う利用者数と待ち時間（年間）

- 乗り換えを行う利用者数 : 6017人（全体利用者の約23.9%が乗り換えを行う利用者）
- 乗り換えに費やす時間(年間) : 平均値 4時間38分22秒、中央値 1時間18分46秒
年合計の待ち時間 最大値 9日13時間50分7秒
⇒最大値の方は毎日平均37分ほど待ち時間に費やす計算に…

```
6  
7 # 乗り換え時間が発生しているデータに絞る  
8 norikaeUser = waitTime_per_user[waitTime_per_user['乗換待ち時間'] > timedelta(0)]  
9 len(norikaeUser)
```

2022年の合計乗り換え待ち時間

乗換待ち時間

⇒真夏／真冬の時期に、高齢者が、
これだけ待ち時間を費やすのは厳しいものがある…

中央値

```
1 norikaeUser['乗換待ち時間'].median()  
  
Timedelta('0 days 01:18:46')
```

最大値

```
3c3e5eb9e0d6978d6159f12280aa52f819e85102251e5adc38215921ebd7ac8f 5 days 08:30:51  
b486834c91b66dbac7ebf8716e8f93007368448b45bd65905e0b3ed59a8780fc 5 days 18:47:37  
33853996b230e24878aceec49cea45dcfae57a6fe69a0b808924a62df1e752f3 7 days 10:46:25  
0880eded25cf5ab27f77b9238d0de27be5a86d630d51e05a8f39c7a027916c43 7 days 20:00:56  
f1af2155450f2fbf74d64f29d488a3ea8a3310287d44c1c4d9fa40b92748e472 9 days 13:50:07
```

カードIDi

-解決手段の検討 関連サービス(1/2)

- 乗り換え待ち時間を解消する手段として、バスと他の交通手段（電車、自転車、シェアリングサービスなど）を組み合わせた「インターモーダル」(※3)なサービスが考えられる。

※3：「インターモーダル」という言葉は主に物流領域で利用されており、
インターモーダル輸送サービスとは、道路や鉄道、船などの様々な輸送方法を組み合わせて、高速な物流を提供するサービスである。

インターモーダルの詳細



中東地域から東西ヨーロッパへの広域輸送を、現地事情に精通した当社グループのトルコ法人が、トラック、鉄道、船舶など各種輸送モードを効果的に組み合わせ、最適ルートをご提案。

海上輸送より早く、航空輸送よりリーズナブルかつ、高品質なサービスを提供することが可能です。

Mars Logistics (トルコ) Webサイト
(新規ウィンドウを表示) [🔗](#)

-解決手段の検討

関連サービス(2/2)

- 関連サービス1： 「呉市 乗合タクシーサービス」

呉市では、乗合タクシー（同じ方面へ向かう不特定多数の乗客が相乗りで利用するタクシー）を導入しており、これにより、待ち時間の解消やバスがカバー出来ていない地域へ利用者を乗せることが可能である。

しかし、現状の導入地域は”吉浦地区“と”警固屋地区“の一部地区のみであり、他地区においてインターモーダルなサービスとしての提供は困難である。

- 関連サービス2： 「Uber Taxi / Lyft / Didi Chuxing / Grab」

ライドシェアプラットフォームサービスであり、利用者はスマートフォンアプリから個人を含むタクシーのリアルタイム配車を行うことが可能である。

しかし、高齢者等が”能動的“にスマートフォンアプリを活用するハードルは高い。また依頼を受領するドライバー数が少ない場合、待ち時間の解消することは困難である。

課題を解消するためのアイデア

- 確認した課題や関連サービスの欠点などを踏まえ、現状サービス（主にタクシー（※4））を最大限活用することが最善と考えられる。（※4:現在のバス運行会社の多くが、タクシー業務も行っていることも考慮）

```
1 data['運行事業者名'].unique()
```

```
array(['広島電鉄（バス）', 'なべタクシー', '東和交通', '富士交通', '呉交通', '朝日交通', '瀬戸内産交',  
      '野呂山タクシー', '倉橋交通'], dtype=object)
```

そのために、利用者が利用しやすいように、
必要な時に、必要な場所へ、必要な台数のタクシーが
配置されていることが理想と考えられる！

そこで…

-本稿のアイデア詳細 いきいきパス利用データを活用した 相乗りタクシーの配車最適化サービス

高齢者を含むバス利用者の「運航便数が少ない」兼「バス間の乗換え待ち時間が長い」課題に対し、「現行バスの運航便数増加や接続最適化せずに、待ち時間を解消する」インターモーダルなサービス案です。

① 「乗り換えが多く発生している地域」および「接続時間帯が悪い時間帯」をいきいきパス利用データから抽出し、バス乗り換え利用者向けのタクシーを配車



② タクシーが能動的に迎えに行く！

バスBへの接続が
悪い時間帯

中継地点

出発地



バス路線A



バス路線Bへの接続が
良い時間帯



バス路線Bへの接続が
良い時間帯



バス路線B

通常通りバス路線Bを利用

③ 場合によっては同方向の利用者同士でタクシーに乗車



それぞれの目的地周辺で降車

目的地

市役所



-本稿のアイデア詳細 タクシーをどこに配置するのが良い？（例）

高齢者を含むバス利用者の「運航便数が少ない」兼「バス間の乗換え待ち時間が長い」課題に対し、「現行バスの運航便数増加や接続最適化せずに、待ち時間を解消する」インターモーダルなサービス案です。

乗り換えによく使われるバス停

乗り換え後の行先

待ち時間は？

どの時間帯に待っていることが多いか？

rank	乗り換えバス停	データ数	利用者数	乗り換え後バスの行先最頻値	乗り換え後の最頻値行先の利用者数	乗り換え待ち時間平均	乗り換え後バスの乗車時間の最頻値
1	呉駅前	30352	3493	呉駅前⇒鍋棧橋（大正橋(呉市)）	444	0:21:40	12:33:00
2	鍋棧橋（大正橋(呉市)）	29811	1122	鍋棧橋（大正橋(呉市)）⇒呉駅前	714	0:05:18	10:09:00
3	広市民センター	16708	1021	広市民センター⇒呉駅前	411	0:07:12	8:42:00

⇒呉駅前の場合、
12:30頃に、鍋棧橋 方面へ向かう（乗合）タクシーを配置すると
利用者の待ち時間短縮が図れる可能性があるといえる。

まとめ

- 本稿では、いきいきパス利用データを分析し、
乗換待ち利用者数や待ち時間にどれほど費やしているか確認し、課題の重要性を確認した。
⇒ 分析として、バスの乗り換えを行う利用者が5人に1人が乗り換え利用者であることが分かり、
乗り換え利用者は平均29分（中央値 23分）間ほどバスを待つ時間に割り当てていることが分かった。
- 上記課題に対し、いきいきパス利用データから「乗り換えが多く発生している地域」と
「待ち時間の発生時間」を簡易的に特定し、インターモーダルなサービス案として
タクシー配車最適位置のサービスを提案した。
⇒ 本サービスにより、現行バスの運航便数増加や接続最適化せずに、利用者のバス間の待ち時間を
解消することが出来る可能性があり、利用者の移動の負担を減らすことができると考えられる。

参考文献

- 呉市, “第2章 呉市の現況と課題,” pp.17-18, Dec. 2023. 参照.
<https://www.city.kure.lg.jp/uploaded/attachment/52973.pdf>
- 呉市, “第5次呉市長期総合計画,” pp.3-4, 2023, Dec. 2023. 参照.
<https://www.city.kure.lg.jp/uploaded/attachment/58330.pdf>
- 呉市, “データプラットフォームくれ APIドキュメント,” Dec. 2023. 参照.
<https://api.expolis.cloud/docs/opendata/t/kure#auth>
- 呉市, “データプラットフォームくれ/データセットのダウンロード/いきいきパスの利用データ,” Dec. 2023. 参照.
<https://www.expolis.cloud/guides/opendata/t/kure/dataset/download>
- 呉市, “バス / 乗合タクシー / 船 運行 (運航) 情報,” Dec. 2023. 参照.
<https://www.city.kure.lg.jp/soshiki/28/koutu.html>
- データプラットフォームくれ広報, “公共交通の利用実態「いきいきパスデータ」から見る効果的な自治体データの可視化,” note, Dec. 2023. 参照.
https://note.com/dataplatformkure/n/n64ebc502d6cb?magazine_key=mb3385f6f5215
- Uber, “Uber タクシー : スマートフォンと Uber アプリでタクシーの配車を依頼,” Dec. 2023. 参照.
<https://www.uber.com/jp/ja/ride/ubertaxi/>
- いらすとや, Dec. 2023
<https://www.irasutoya.com/>
- ロジスティード, “インターモーダル,” Feb. 2024 参照.
<https://www.logisteed.com/jp/forwarding/intermodal/>