

彦根市データサイエンス 活用課題解決支援業務

報告書

委託場所 国立滋賀大学

履行期間 令和4年6月15日～令和5年3月31日

提出日 令和5年3月31日

目次

①課題目的 …03	
②課題分析について …04	<ul style="list-style-type: none">交通渋滞のメカニズム …05彦根市の渋滞箇所の現状 …08課題解決の考え方 …12
③渋滞道路の状況と原因分析 …14	<ul style="list-style-type: none">使用するデータ …15道路状況の詳細な現状調査 …16渋滞の原因分析 …25
④現状分析の結果と改善案 …29	<ul style="list-style-type: none">馬場2丁目の信号分析 …30<ul style="list-style-type: none">改善案A-1 …31改善案A-2 …34松原橋の信号分析、その他 …40
⑤彦根市の交通モデリングについて …44	

①課題目的

- 彦根市では慢性的な渋滞が発生している箇所がある
 - 市民生活に大きな影響
 - これまでも対策をしてきたが、改善効果が大きくない

課題

渋滞の原因究明と改善案の作成

②課題分析について

1. 交通渋滞のメカニズム ……05
 - 一般論における渋滞発生の原因

2. 彦根市の渋滞箇所の現状 ……08
 - 渋滞多発の道路・交差点に関する考察

3. 課題解決の考え方 ……12
 - 費用対効果の観点で優先的に解決したい箇所

②-1 交通渋滞のメカニズム

1. 交通流量過大による渋滞

- 道路の最大流量を上回る交通流量が到来すれば必ず渋滞

定義

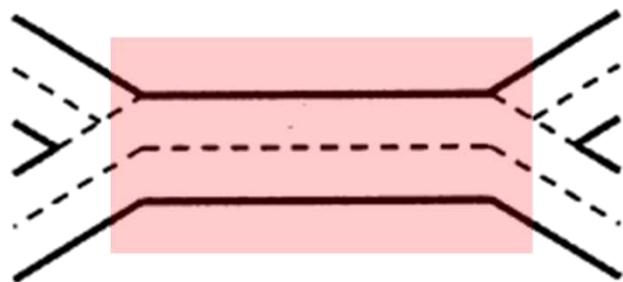
道路最大流量 = 青信号時間長 / 信号通過の所要時間

2. 不利地形による渋滞（局所で交通流量過大発生）

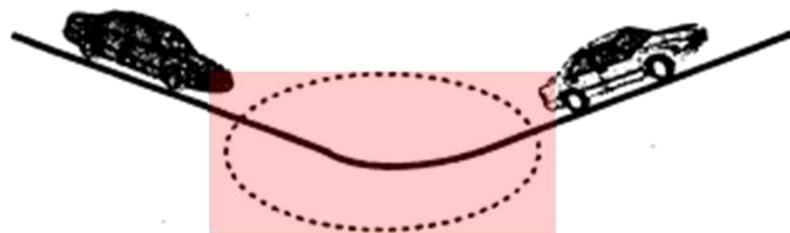
- 道路織込み部
- サグ部
- 道路/路肩の幅が狭い、見通しが悪い

不利地形による渋滞

道路織込み部とサグ部



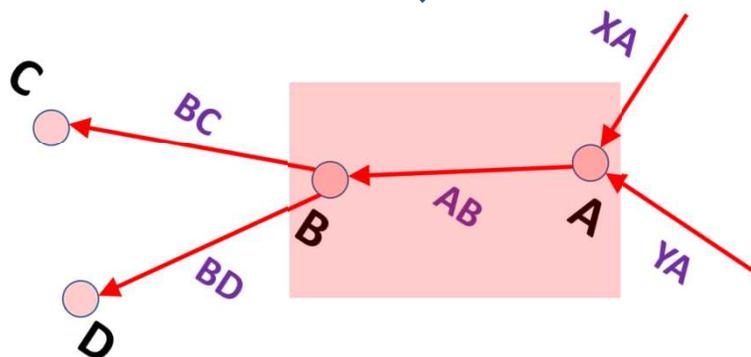
道路織込み部



サグ部



橋はサグ部



参考文献： 道路交通流の分析アプローチと整流化の試み
<https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~kyodo/kokyuroku/contents/pdf/1271-20.pdf>

不利地形による渋滞

道路/路肩の幅が狭い、見通しが悪い

道路の幅、見通し、路肩幅員を増やせば、等速認知が上昇する

交差点間道路、路肩込みで道路幅員約2.5~3mの場合

等速認知値が低い

路肩幅員を増やせば、速度が早くなる可能性がある

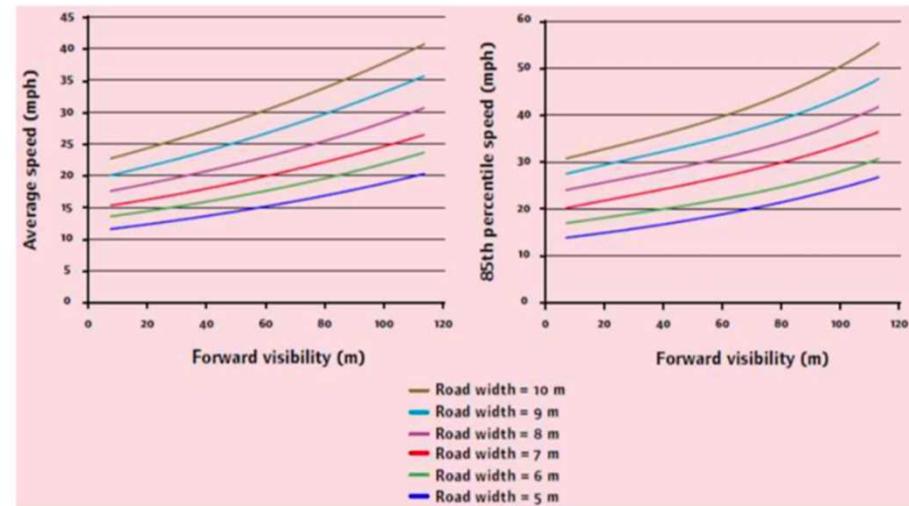


図 3.4-1 前方の視認性と走行速度の関係（道路幅員別）

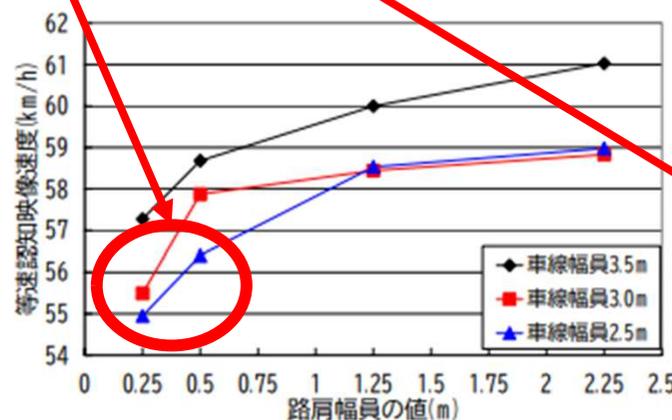


図-6 路肩幅員と速度感の関係

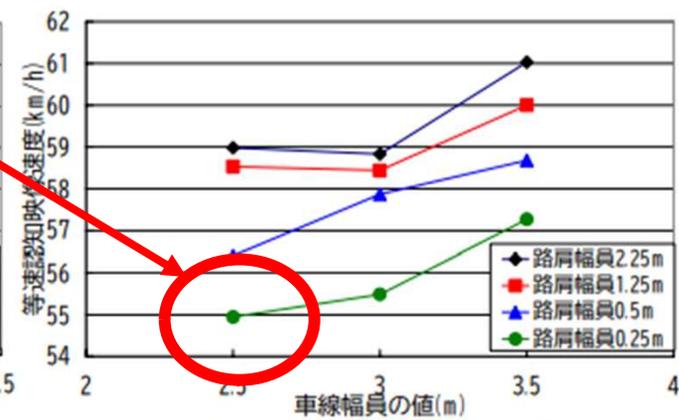


図-7 車線幅員と速度感の関係

参考文献： 道路の幅、見通しと速度の関係

<https://readyfor.jp/projects/no-roadkill/announcements/165080>

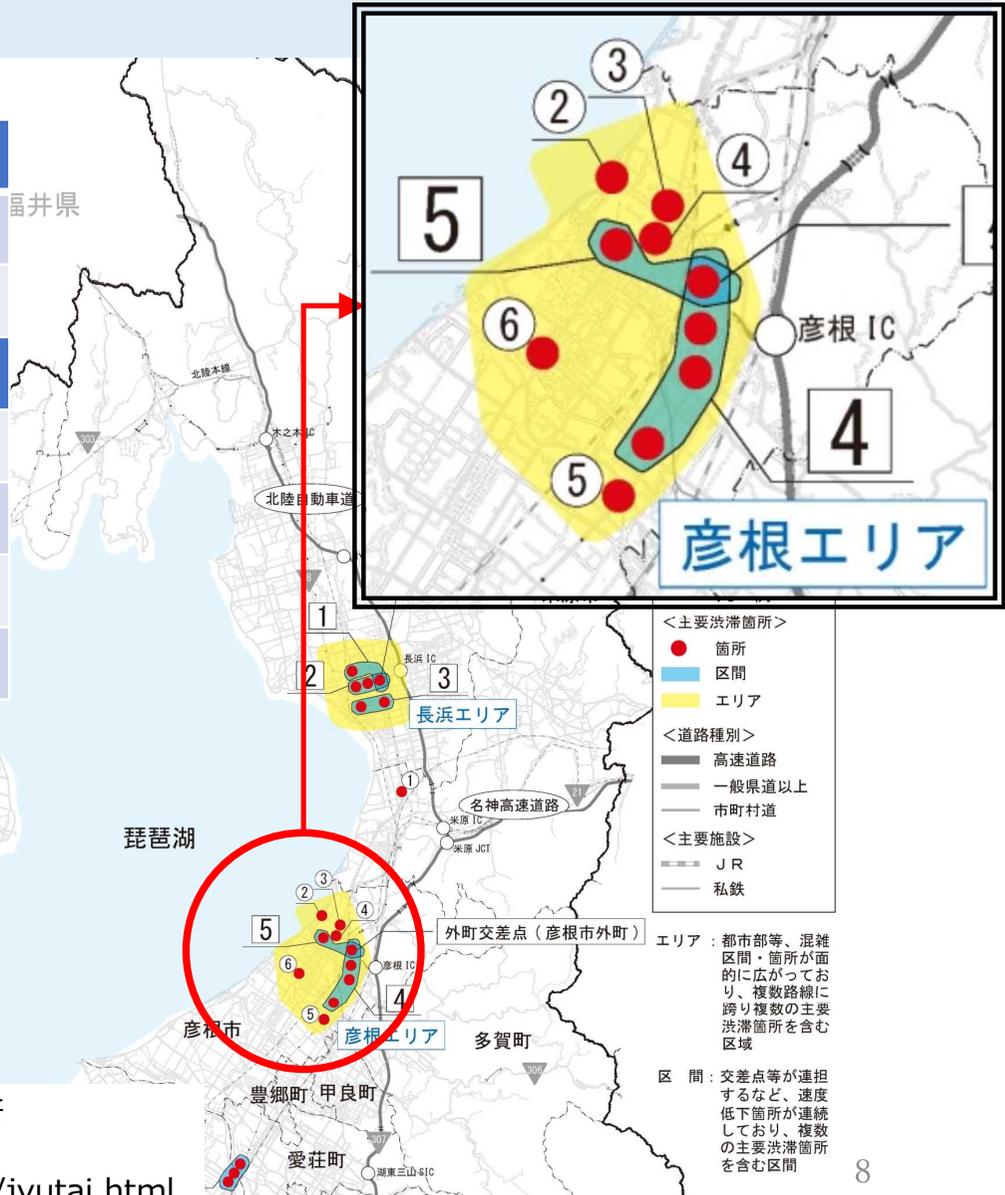
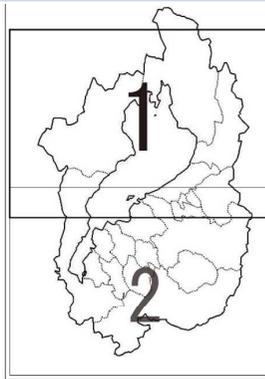
車線幅員と路肩幅員が速度感に与える影響分析

<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00035/2005/60-4/60-4-0320.pdf>

②-2 彦根市の渋滞箇所現状

1 滋賀県北部

区間名	箇所名
④ 一般国道8号	外町、西沼波町、高宮町
⑤ 彦根近江八幡線	京橋、外町
その他の箇所	
A カインズエリア	2 松原橋
B 護国神社前エリア	3 船町、4 護国神社前
C 犬上川千鳥橋エリア	5 千鳥橋北詰
D 小泉町エリア	6 小泉町



参考資料：国土交通省 近畿地方整備局 滋賀国道事務所
 滋賀の主要渋滞箇所（滋賀県北部）
<https://www.kkr.mlit.go.jp/shiga/genjyo/jyutai.html>

各箇所渋滞に関する考察①

- ④ 国道8号線区間 + ⑤ 近江八幡線区間
 - 混雑市街地エリアを十字直交する2本の主要道路
- 交通量過大が主な原因←鉄道と川の地形が影響
 - 鉄道の影響で駅西エリアの交通量が⑤と城北通りに集中
 - 南北方面の交通量は芹川、平田川、犬上川支流、犬上川を渡るために8号線に集中

抜本的に改善するには道路新設が必要

彦根～東近江バイパス道路の開通に伴い、交通量が分流され、外町の渋滞状況は改善される見込み（今回対象外とした）

各箇所渋滞に関する考察②

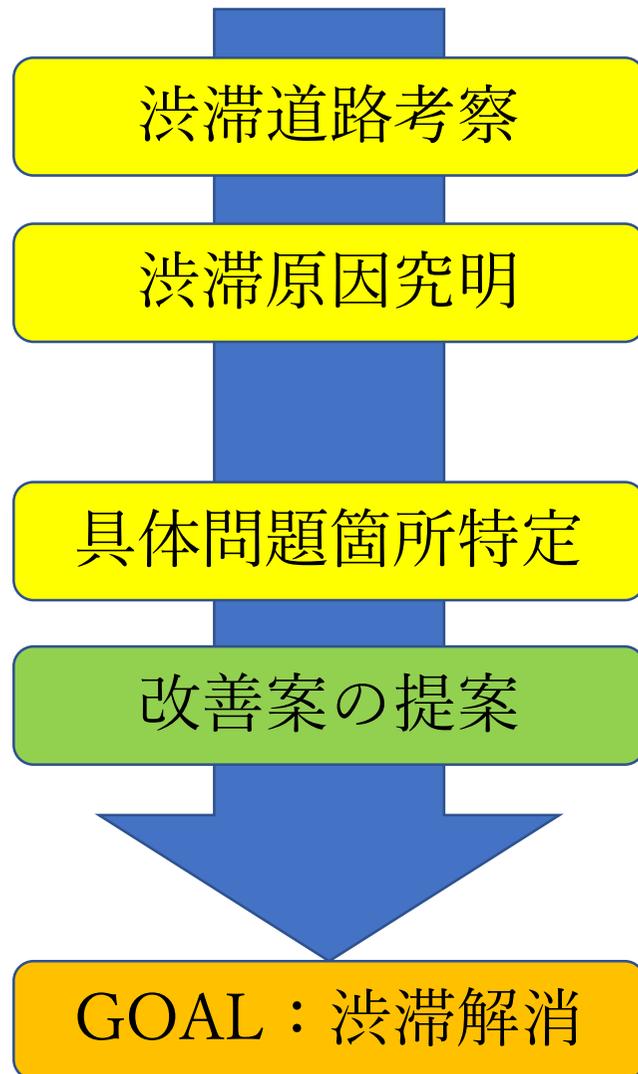
- 船町～護国神社前のBエリア
 - 彦根長浜都市計画道路事業3・4・25号立花船町線の供用開始に伴い、今後車両交通状況が変化すると見込まれ、今回の調査対象外とした
- 犬上川を渡る千鳥橋のCエリア
 - ④ 国道8号線区間の一部、8号線バイパス化により改善が見込まれ、交通パターンも変わるため対象外とした
- D小泉町エリア
 - ⑤の一部区間と構造的に似ており、南北対面2方向からくすのき通りに交通量が入るから局地的な交通量過大が発生
 - 現地調査を通して、長時間連続ではなく時間帯に限りの小規模渋滞と考えられ、今回の調査対象外とした

各箇所の渋滞に関する考察③

- Aカインズ周辺エリア
 - 湖岸道路の変形区間にあたる
 - 信号調整で
改善余地大



②-3 課題解決の考え方



- 渋滞（による影響）の大きさ：課題に挙げられた彦根市の渋滞道路を全部考察
- 対処の難しさ：渋滞道路を①流量、②地形、③信号の三つの視点で考察する。単純な流量過大は安く対処できない。地形・信号が原因であれば、低コストで改善効果を得られる可能性がある。
- 得られる改善効果：どの箇所が交通の流れを妨げたかを見極める、費用対効果最大の改善案を提案する。

カインズ周辺道路は
優先度が最も高い

課題解決の流れ

- カインズ周辺道路状況を以下の3ステップで分析
 - 渋滞道路の状況と原因分析
 - 現状分析の結果と改善案
 - 彦根市全体交通量の簡易モデリング手法を提案

③渋滞道路の状況と原因分析

1. 使用するデータ ……15
2. 道路状況の詳細な現状調査 ……16
3. 渋滞の原因分析 ……25

③-1 使用するデータ

- (県警) 道路交通量感知器情報
 - カインズ周辺4車線、京町2車線 (1時間ごと)
- (県警) 信号機情報
 - 松原橋、馬場2丁目信号機
- (県庁) OD表
- (湖国バス) 管内車両GPS
 - 24路線・3分ごと
- (市役所) 市営及び観光駐車場
 - 概要及び月別利用台数

③-2 道路状況の詳細な現状調査

- データ

- 感知器情報（3年間分：2019年1月～2021年12月）
 - 松原橋上り、長曾根北下り、馬場二丁目下り、馬場二丁目上り

- 長曾根北下り

- 2021年2月～8月データ欠損



- 本検証では、松原橋上り、馬場二丁目下り、馬場二丁目上りのみ使用

感知器データの一例

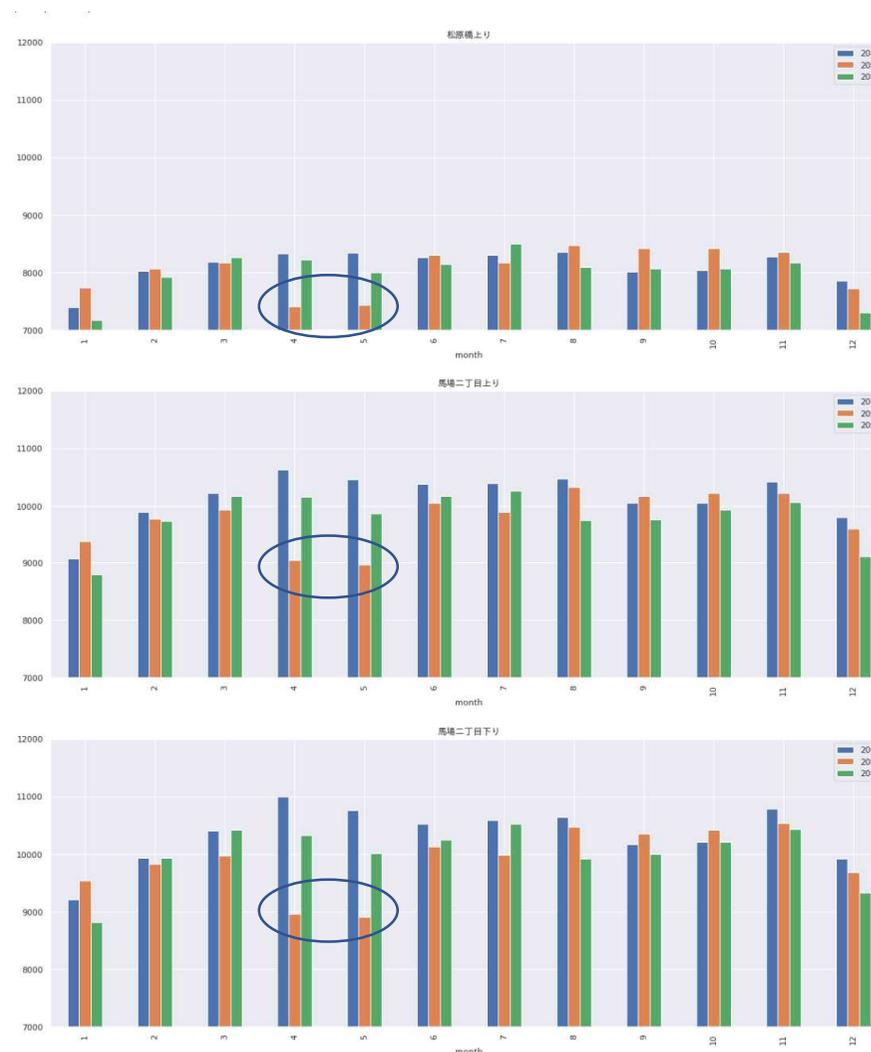
- 感知器データから取得可能な情報
 - 毎日の合計交通量
 - 月間 合計/平均
 - 昼12H 合計/平均
 - 夜12H 合計/平均
 - 月間最大
 - 月間最小
- 右のデータ (2019年01月 松原橋上り)

データ日付 2019年01月	
地点No	090085
地点名	県道2号線 松原橋
方向名	上り
レーン番号	感知器番号
合計 (台)	
日付	
01(火)	4,619 *
02(水)	6,367 *
03(木)	6,437 *
04(金)	7,432 *
05(土)	6,851 *
06(日)	6,331 *
07(月)	7,778 *
08(火)	7,760 *
09(水)	7,282 *
10(木)	8,018 *
11(金)	8,208 *
12(土)	7,646 *
13(日)	7,345 *
14(月)	7,330 *
15(火)	7,800 *
16(水)	7,709 *
17(木)	8,010 *
18(金)	7,953 *
19(土)	8,120 *
20(日)	6,122 *
21(月)	7,816 *
22(火)	7,730 *
23(水)	8,114 *
24(木)	8,124 *
25(金)	8,340 *
26(土)	6,564 *
27(日)	5,966 *
28(月)	7,663 *
29(火)	7,803 *
30(水)	8,313 *
31(木)	7,773 *
月間 合計	229,324
平均	7,398
昼 12H合計	177,346
平均	5,721
夜 12H合計	51,978
平均	1,677
月間最大	8,340
月間最小	4,619

3年間(2019~2021)の交通量比較

- 新型コロナのため、
2020年4月以降データが不安定
 - 緊急事態宣言
 - 2020/4/07~5/25
 - 2021/1/08~3/21
 - 2021/4/25~6/20
 - 2021/7/12~9/30
- 2019年と2021年を比較しても、
まだ交通量が回復していない

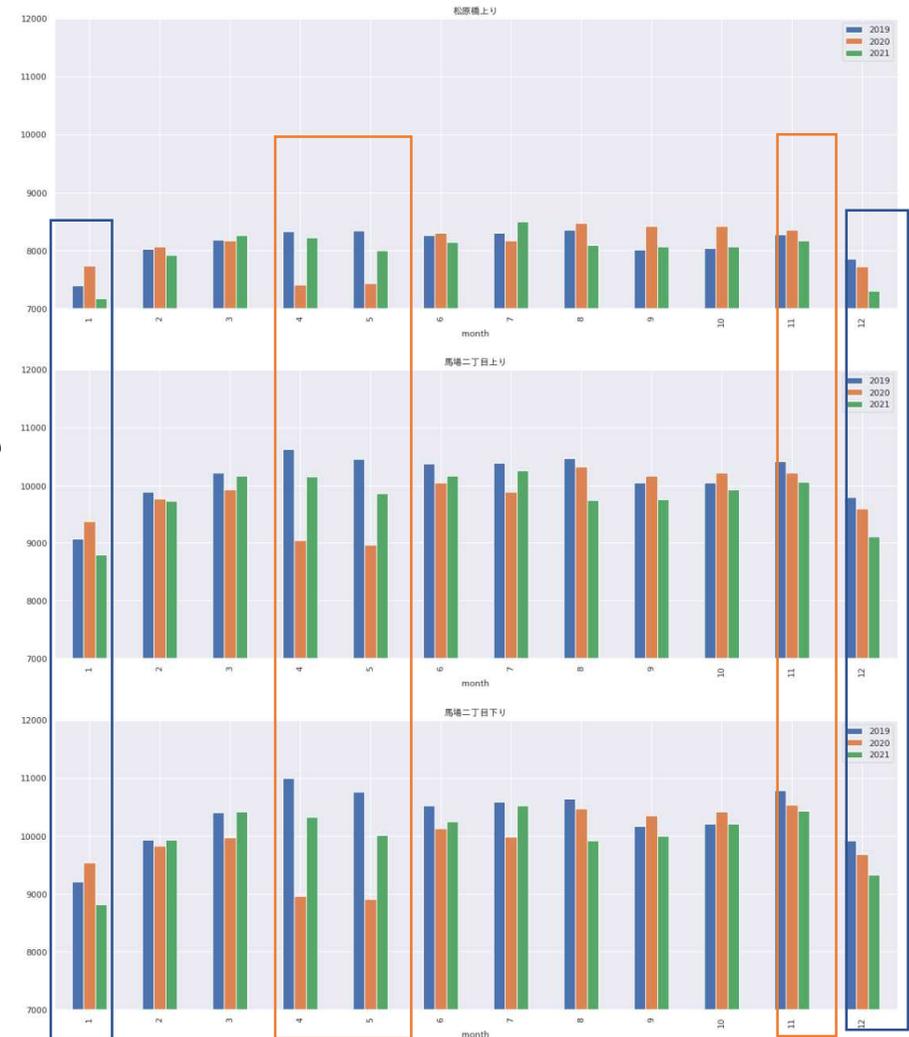
年間平均	松原橋上り	馬場二丁目上り	馬場二丁目下り
2019	8117	10153	10346
2020	8057	9799	9899
2021	7996	9811	10015



- 以下， コロナ以前の2019年のデータを使用

月平均の比較

- 1月12月は交通量少ない
 - 雪が要因
- 4月/5月/11月は交通量多い
 - 桜、GW、紅葉が要因
- 彦根市も例外なく，観光客による交通量の増加が考えられる



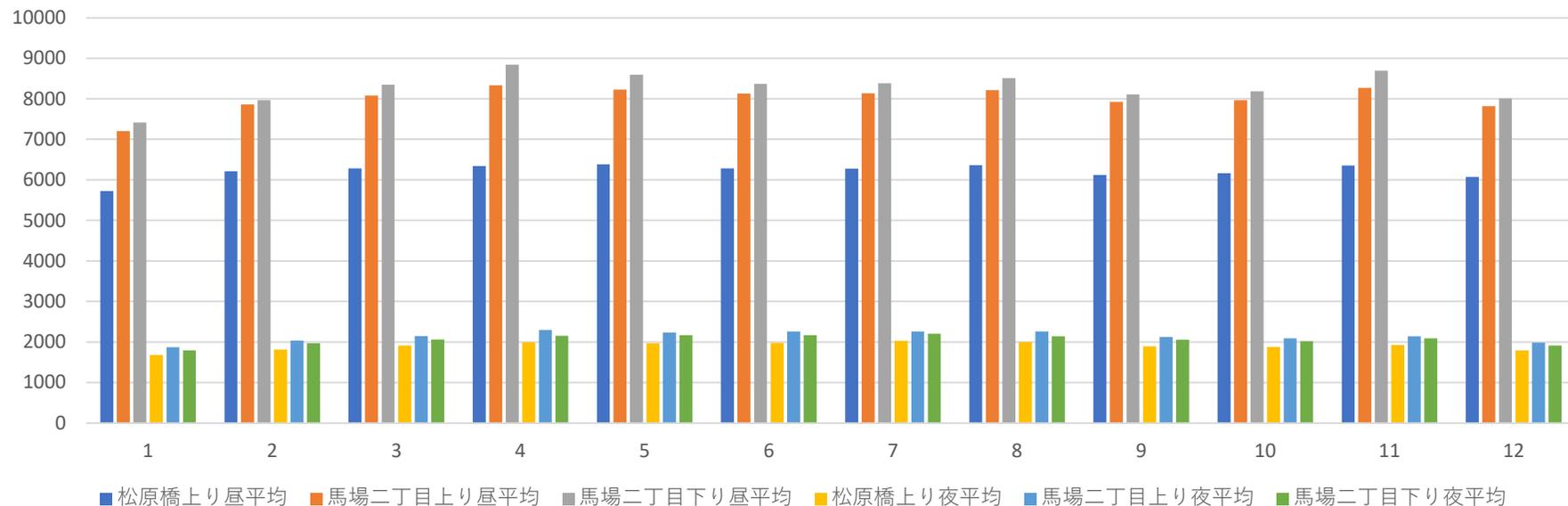
昼一夜平均の比較

- 全体の交通量の約8割が昼間で約2割が夜間

	松原橋上り	馬場二丁目上り	馬場二丁目下り
平均台数	8117	10153	10346
昼間割合	77%	79%	80%
夜間割合	23%	21%	20%

- 交通渋滞が発生するなら昼間

昼-夜平均



月間最大と月間最小の詳細

- 通常，月間の最大交通量と最小交通量の差は約1.2倍
 - 1月・12月の差は大きく約1.8倍
 - 少 1月1日（火）、12月31日（火）：年末年始

月間最大-最小



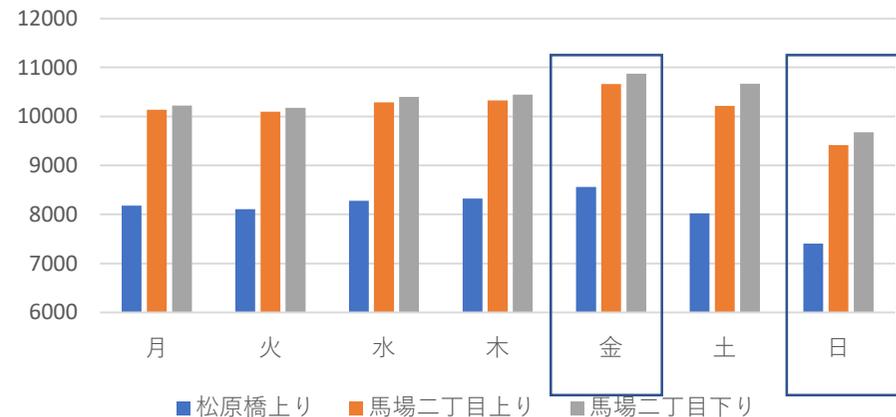
月別最大/月別最小	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
松原橋上り	1.8	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	2.0	7.6	2.4	1.3	1.9
馬場二丁目上り	1.9	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	2.1	7.5	2.4	1.1	1.7
馬場二丁目下り	1.8	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	2.3	7.2	2.6	1.2	1.7

- 2019年の8月・9月・10月は天候による影響
 - 少 8月15日（木）：台風第10号
 - 極少 9月15日（日）：不明
 - 少 10月12日（土）：暴風警報

1年間の曜日別平均の比較

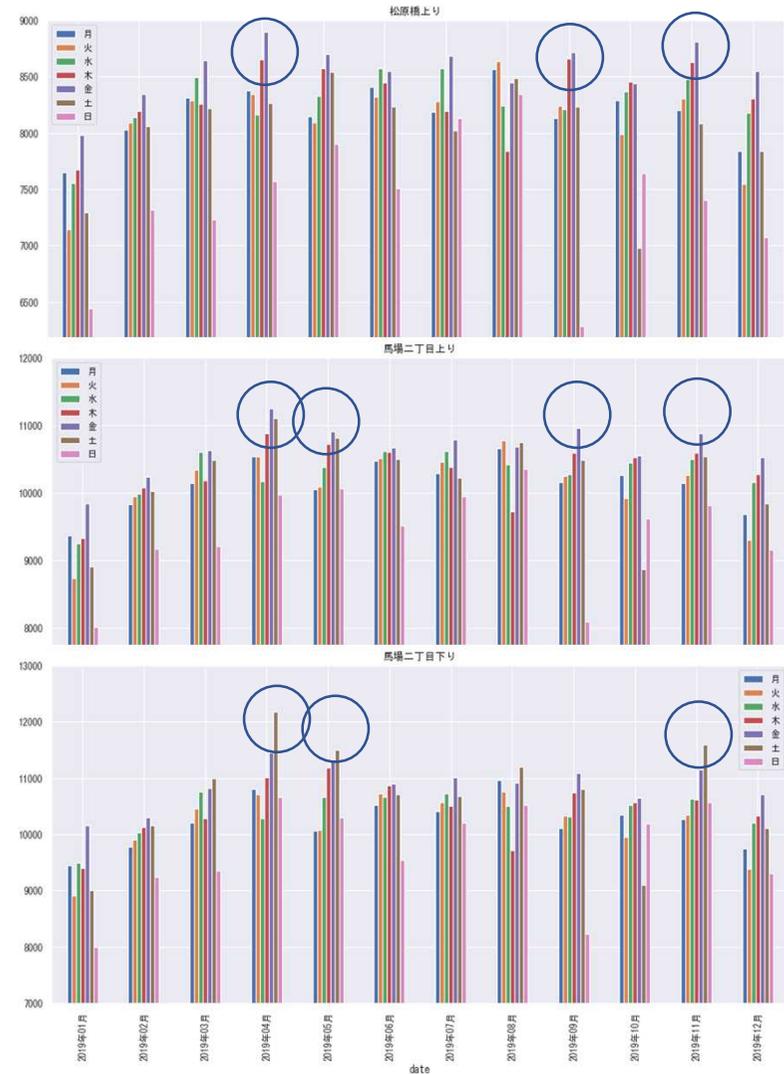
- ▶ 金曜日は交通量が多く、日曜日は交通量が少ない
 - ▶ 金曜日が交通量が多いのは、一般的に、他の曜日に比べて遅い時間まで消費行動が活発化するため
 - ▶ 観光地ではあるが、土日の交通量は平日に比べて少ない

	月	火	水	木	金	土	日
松原橋上り	8177	8107	8275	8323	8563	8021	7406
馬場二丁目上り	10134	10095	10287	10324	10660	10213	9412
馬場二丁目下り	10224	10177	10401	10448	10873	10669	9678



月別曜日別平均の比較

- 観光シーズンは週の後半（木金土）で交通量が増加
 - 松原橋上り
 - 4月9月11月は木曜金曜多い
 - 馬場二丁目上り
 - 4月5月9月11月は金曜日多い
 - 馬場二丁目下り
 - 4月5月11月は土曜日多い
- 日曜日は全体的に少ない



道路状況の詳細な現状調査・まとめ

- コロナ以前の2019年の感知器データを使用して分析
 - 対象地点：松原橋上り，馬場二丁目上り，馬場二丁目下り
- 明らかになったこと
 - 2021年時点ではコロナ以前の交通量まで回復していない
 - 4月5月11月（観光シーズン）に交通量が多く，1月12月（雪）に交通量が少なくなる
 - 全体の交通量の約8割が昼間で約2割が夜間
 - 月間の最大交通量と最小交通量の差は約1.2倍
 - 金曜日は交通量が多く、日曜日は交通量が少ない
 - 観光シーズンは週の後半（木金土）で交通量が増加
- 月や曜日によって交通量が大きく変わるため，交通渋滞緩和のためのポイントとなりうる

③-3 渋滞の原因分析

- カインズ周辺湖岸道路の課題を整理
 - 渋滞軽減したい（流量増大させる）
 - メイン：①湖岸・下り
 - サブ：②城北西方面
 - サブ：③カインズ裏・上り
- できるだけ他の道路を妨げない



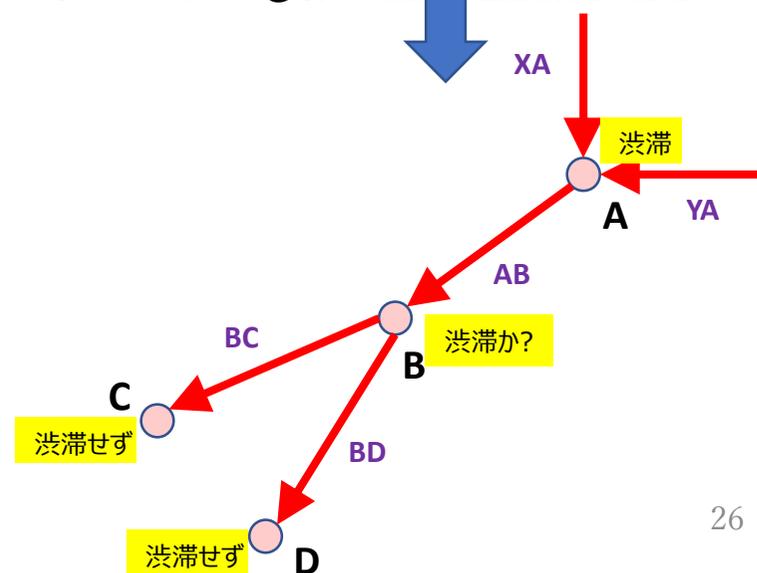
対象エリアをグラフ化

- 道路環境をグラフにすることで問題を単純化
 - 北行きは渋滞しない
 - 南行きのみ問題



$$XA+YA \doteq AB \doteq BC+BD$$

↑ 交通量調査が必要



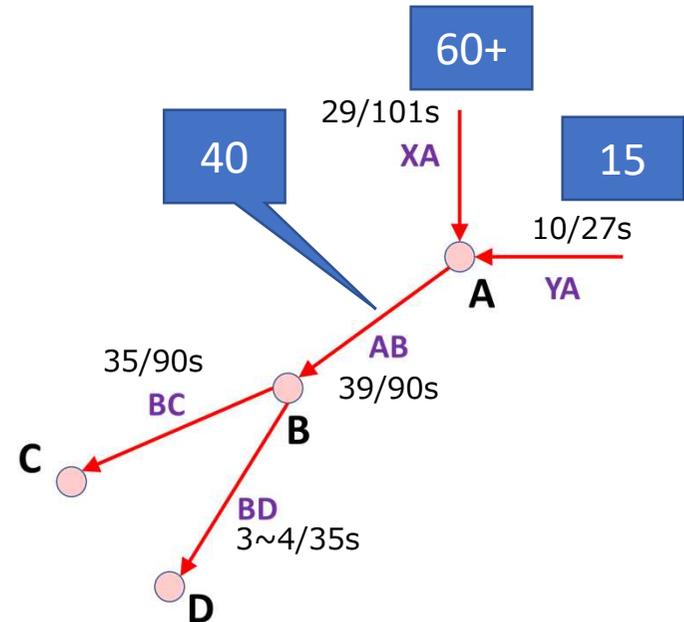
交通量から分析~ボトルネック特定~

	青秒数	通過数	待機数	通過可能
XA	101	29	60+	50
YA	27	10	11~15	10
AB	90	39	40	39/45
BC	90	35	0	45
BD	35	3~4	0	10

直進2秒1台、
左折2.5秒1台
とする計算

約2.3秒

$$XA + YA \doteq AB \doteq BC + BD$$



- XAの秒数に対し通過数が少なすぎる
 - 101秒計算上50台通過可能、実際29台
- ABの先に渋滞要素ないが通過数少ない
 - 90秒計算上45台通過可能、実際39
- ボトルネックはAB

ABの有利要素と不利要素

• 有利要素

- 出口となるBC、BDに長いバッファがある
- ABが青のとき道路を独占、横断歩道含む干渉全くない
- 通過可能車両数上限（45台）達さなければおかし

• 不利要素

- XAとYAによる織込み部、総秒数128秒 vs. AB90秒
- ABのバッファは300mほど、埋まりやすい→速度低下
- 松原橋から入る部分の見通しが悪い→速度低下
- 速度低下により、ABを通過する際【2秒/台】達せない

地形

時間

地形

- バッファ：信号間の道路セグメントを意味する

④現状分析の結果と改善案

- 1. 馬場 2 丁目の信号分析 ……30
 - 1. 改善案 A-1 ……31
 - 2. 改善案 A-2 ……34

- 2. 松原橋の信号分析、その他 ……40

④-1 馬場2丁目の信号分析

- 信号制御表と実地調査データをもとに分析
 - 干渉しないのに連動しない道路ある・改善の余地がある
 - 感応信号が原因

2 信号制御照会処理結果

制 御 方 式 交通管制センターからの集中制御

No.	灯器名称	ステップ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1P		III																		
2	1			III																	
3	2				III																
4	3LA						III														
5	3P							III													
6	3								III												
7	4P									III											
8	4										III										
9												III									
10													III								
11														III							
12															III						
13																III					
14																	III				
15																		III			
16																			III		

2022/12/14 15:12:55 | 160秒 | 10 | 2 | 4 | 1 | 3 | 2 | 90 | 3 | 3 | 11 | 4 | 1 | 3 | 2 | 10 | 4 | 1 | 3 | 3 |

3LA=96s
湖岸上り左

3=16s
湖岸上り左中右

2=90s
湖岸下り

1P=12s
南北横断歩道

3P=10s
東西横断歩道

4P=10s
東西横断歩道

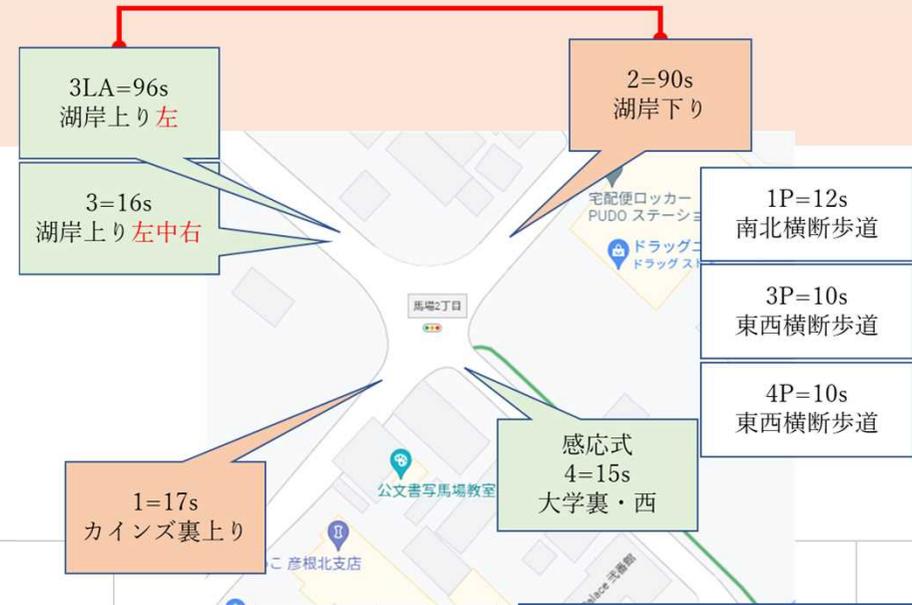
感応式
4=15s
大学裏・西

1=17s
カインズ裏上り



④-1-1 改善案A-1

- コスト最小プラン
- 感応式信号撤去
- 湖岸道路時間+21秒



サイクル全長160s							
道路名	方面・灯器	レーン	ステップ 現行	秒数		ステップ 改善	秒数
湖岸	下り・2	左 中 右	7 (8,9)	90 (6)	セット	7,15-19 (8,9)	111 (6)
湖岸	上り・3LA	左	7,8,9	96		7,15-19,8,9	117
	上り・3	中 右	10,11,12 (13,14)	16 (5)	合併可 15-19の 21秒節約	10,11,12 (13,14)	16 (5)
大学裏	西・4	左 中 右	15,16,17 (18,19)	15 (6)		15,16,17 10,11,12	15 16
カインズ裏	上り・1	左 中 右	1,2,3,4 (5,6)	17 (5)		1,2,3,4 (5,6)	変化なし
横断・南北	1P		1,2	12		1,2,3,4,5,6	12 22
横断・東西	3P 4P		10 15	11 10		10,11,12	10 16

通過台数 **39→48**
23%増加

中・右に行く車両少ない。長曾根北交差点からう回路あり。

11,12右折信号5秒

15~19の一部の時間を割り当てることも考えられる
6秒程度で
湖岸下り-2.5、こちら+2

2,3LAの走行状況（改善案A-1）



3, 4の走行状況 (改善案A-1,A-2)

干渉有り

3=16s
湖岸上り 左中右

湖岸上り

- 中右車両数少ない
- 左折車だけ干渉

大学裏・西

- 車両数全体少ない
- 右折車だけ干渉
- 感応式灯器撤去

東西横断歩道



④-1-2 改善案A-2

- 感応式信号撤去
- 湖岸下り直行させる



サイクル全長160s							
道路名	方面・灯器	レーン	ステップ 現行	秒数		ステップ 改善	秒数
湖岸	下り・2	左 中 右	7 (8,9)	90 (6)	セット		変化なし
湖岸	上り・3LA	左	7,8,9	96			変化なし
	上り・3	中 右	10,11,12 (13,14)	16 (5)	合併可 15-19の 21秒節約	10,11,12 (13,14)	16 (5)
大学裏	西・4	左 中 右	15,16,17 (18,19)	15 (6)		15,16,17 10,11,12	15 16
カインズ裏	上り・1	左 中 右	1,2,3,4 (5,6)	17 (5)		15--19追加 1,2,3,4	17 38
湖岸	下り	左 中			新規追加	15--19, 1,2,3,4,5,6	46
横断・南北	1P		1,2	12		1,2,3,4,5,6	12 22
横断・東西	3P		10	11		10,11,12	10 16
	4P		15	10			

直進方向分流により流量増加

中・右に行く車両少ない。長曾根北交差点か
もともと車両数少ない。事故リスク低い。
右折ほぼない、う回路あり
矢印信号追加,湖岸道路合流掲示板設置

通過台数 **5→11**

1,湖岸下り左中走行状況（改善案A-2）

干渉有り

カインズ裏上り

- 左折車、直進車多い
- 右折車少ない

湖岸下り左中

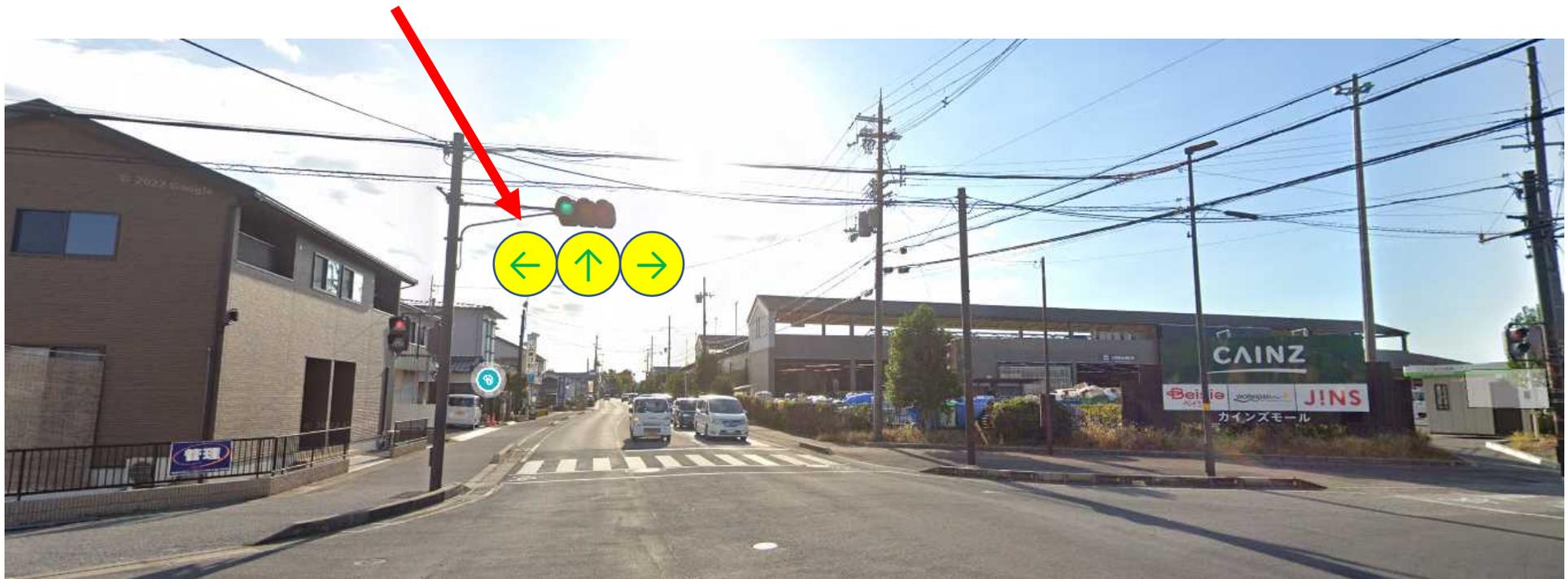
- 現状総数の5-8%
- 30%なれば大効果
- 工事必要

- ①信号灯追加
- ②看板設置
- ③レーン追加



A-2必要工事・①信号灯

- ← ↑ →信号灯追加



- 慣らし期間が必要
 - 湖岸下りの車両が習慣的に右折できると思ってしまう可能性がある

A-2必要工事・②看板設置・3か所

馬場1丁目交差点
出口付近に看板設置



馬場2丁目交差点
信号機上に看板設置

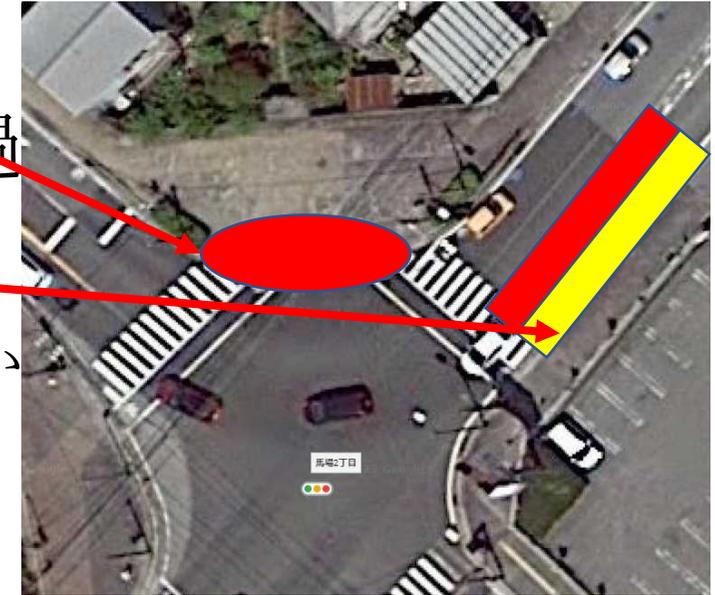


既存看板撤去
新しい合流看板設置



A-2必要工事・③レーン追加

- 歩道一部削り、左折大型車両通過
- 湖岸下りに直進レーン追加
 - グラウンドとユタカの境目あたりか

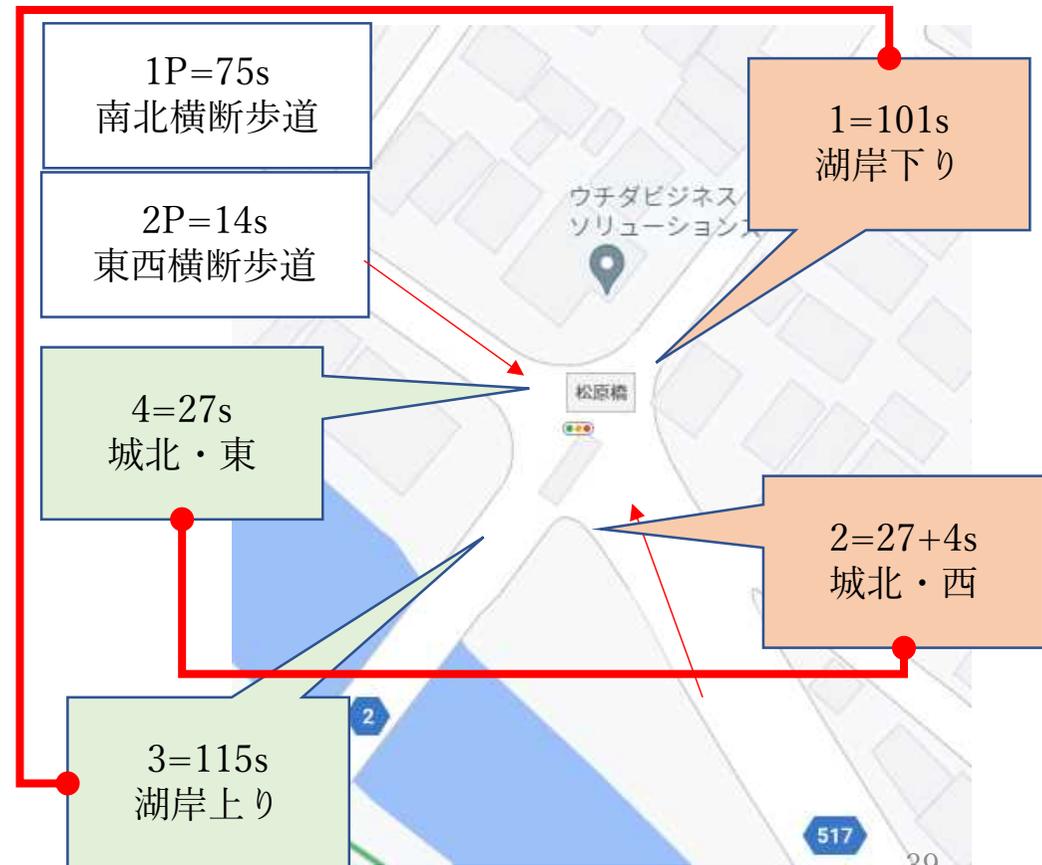


④-2 松原橋の信号分析、その他

- 弱干渉の道路はすでに連動中
- 城北・西方面を補強可能だが、必ずしも必要でない

2 信号制御照会処理結果

制 御 方 式		交通管制センターからの集中制御																	
No.	灯器名称	ステップ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	1P																		
2	1																		
3	3																		
4	3LA							←	←										
5	3SA							↑	↑										
6	3RA							→	→										
7	2P																		
8	2																		
9	2RA																		
10	4																		
11																			
12																			
13																			
14			↔	↔				↔	↔										
15			↔	↔				↔	↔										
16																			
2022/12/14 15:13:33			159秒	14	61	5	21	4	4	6	3	2	14	4	9	4	3	3	2



松原橋の改善案

- 馬場2で改善成功すれば
 - 下りバッファ空くはず
 - 湖岸下りも渋滞軽減
- 城北・西の秒数を増やす



サイクル全長160s							
道路名	方面	レーン	ステップ 現行	秒数		ステップ 改善	秒数
湖岸	下り・1	左 中 右	1,2,3,4 (5,6)	101 (8)	セット		変わらない
湖岸	上り・3	左 中 右	1,2,3,4,5,6,7 (8,9)	115 (5)			変わらない
城北通	西・2	左 中	10,11,12 (13,14)	27 (7)	左折時間増	7,8,9 10,11,12	27 38
	西・2RA	右	14 (15,16)	3 (5)			4
	東・4	左 中 右	10,11,12 (13,14)	27 (7)			27
横断・南北	1P		1,2	75			
横断・東西	2P		10	14			

通過台数 **29→34**
17%増加

通過台数 **10→14**
40%増加
変えなければ、湖岸は
38まで (31%増)

ステップ7,8,9の走行状況

完全無干渉

横断歩道
干渉なし

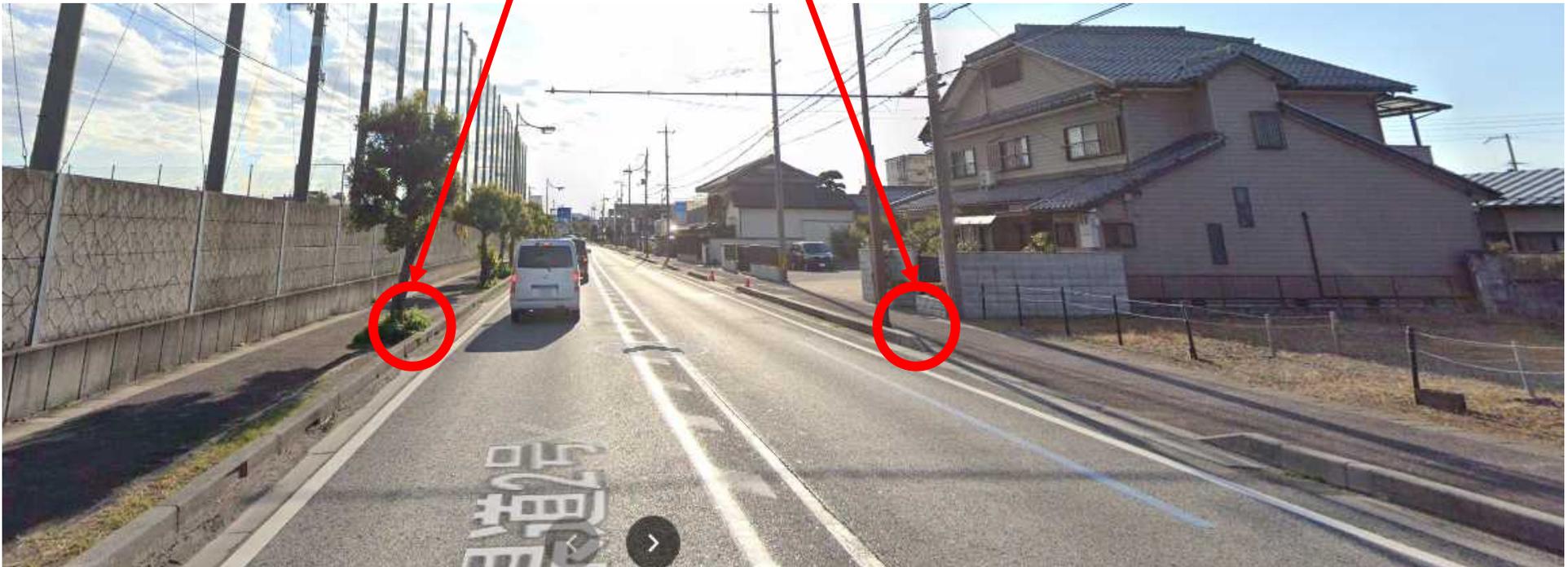
ただし、馬場2丁目改善した場合
城北・西の渋滞も軽減見込み
調整しなくても良い可能性がある

調整する場合
左折灯器設置必要



その他、路肩を増やせば流速向上

- 植え込みの分を削って路肩を0.75-1mほど広げれば
- 顕著な流速増加につながる可能性がある



現状分析の結果と改善案・まとめ

- 渋滞原因は馬場2丁目湖岸道路変形部を優先させる信号サイクルの設定と交通量変化とのずれ
 - 交通量変化により感應式信号の意味がなくなり、信号サイクルを再設計することで時間を有効に利用可能
 - 信号サイクルを最適化することで一定の改善が可能
 - 改善案A-1
 - 抜本的に改善する場合、織込み部の交通流量を分流必要
 - 改善案A-2
- 松原橋で渋滞がひどいが、ボトルネックは馬場2丁目
 - 馬場2丁目が改善すれば松原橋の渋滞は自然解消

⑤彦根市の交通モデリングについて

- 交通状況の把握 & 交通施策の検討への利用を想定
- シミュレータ (SUMO) の概要
- 利用データ (Open Street Data) の概要
- シミュレータの利用とデータの作成方法

シミュレーションの概要

- 交通シミュレータとしてSUMOを利用
- 道路ネットワークに関してはOpen Street Map(以下、OSM)のデータを利用

SUMOの概要

- SUMO (Simulation of Urban MObility)
 - ドイツ航空宇宙センター (DLR) が開発している交通シミュレーター
 - オープンソースで移植性が高い
 - 大規模ネットワークを扱うために設計された微視的かつ連続的な交通シミュレーターである

Open Street Mapの概要

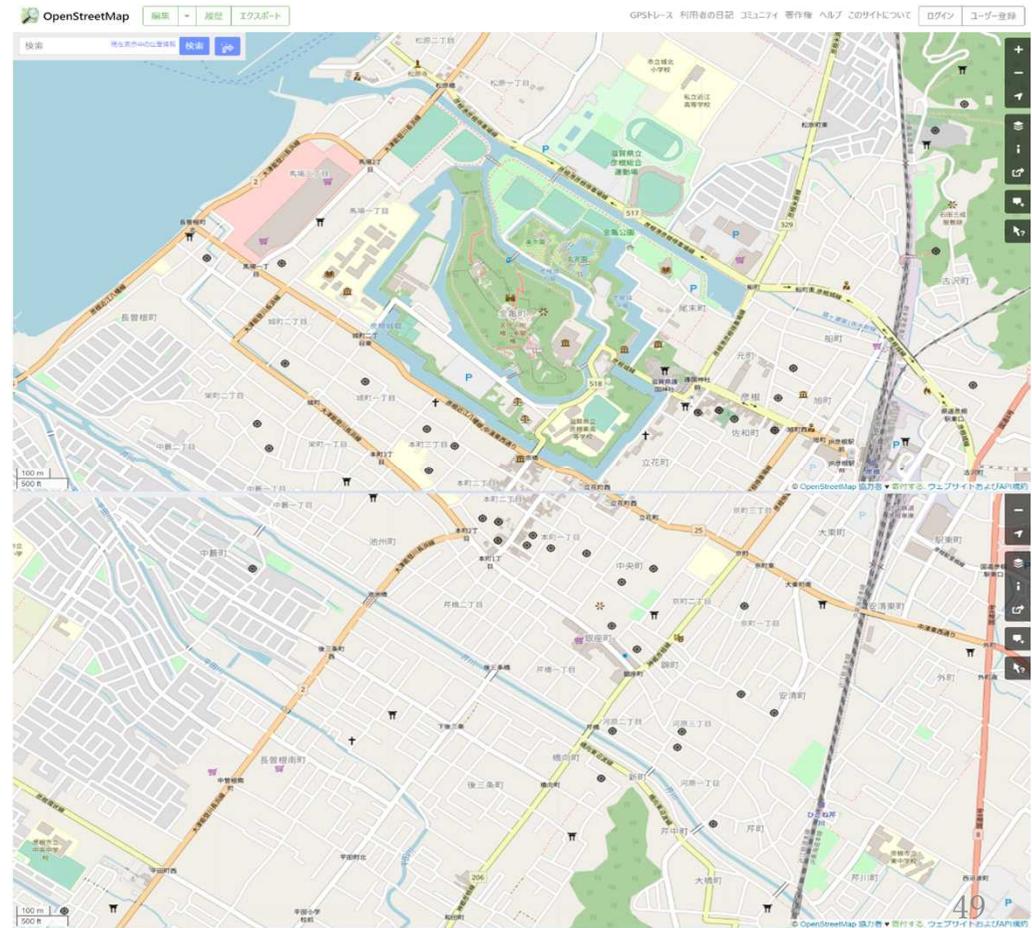
- 編集機能のある世界地図をつくる協同作業プロジェクト
 - 簡単に言うと、Wikipediaの地図版のようなもの
 - 地図を編集するユーザーであるマッパーによって支えられている
- データは自由に利用できる
 - 様々な地図を利用するアプリ用のデータに変換するツールが作られている

SUMOの使い方の概要

- SUMOは主に次の2つのアプリからなる
- netedit.exe
 - シミュレーションで利用する地図や交通データなどを編集するツール
- sumo-gui.exe
 - シミュレーションを実際に行うツール
 - 以下の3つのファイルを準備して読み込ませて実行
 - 地図データを保存しているネットワークファイル
 - 自動車を制御するルートファイル
 - 追加のポリゴン情報を保存しているアディショナルファイル
 - 3つのファイルはcfg(コンフィグ)ファイルで指定

本報告の対象範囲

- 市より提供の下記のデータを参考
 - H22センサスOD調査ゾーン別発生集中量
- 滋賀大学を含め、彦根城やJR彦根駅を主要な目標物としている彦根市2区選択
 - 主に図の通り



OSMのデータを用いた、 シミュレーションの手順

1. OSM (<https://www.openstreetmap.org>) より地図情報ファイルを出力
2. SUMOのデータに変換
 - ネットワークデータ(道路の接続や信号の情報)
 - 建物のポリゴンデータ(シミュレーション自体には不要、含めると実行結果の見栄えが向上する)
3. ルートデータを用意
 - ODデータ(自動車の出発地・到着地のデータなど)を作成
4. シミュレーションを実行

各種注意点

- 制限速度

- SUMOはヨーロッパの道路を前提に設計されている
- 道路データを返還する際などに日本の速度を設定し、詳細なシミュレーションのためには微修正を加える必要がある

- 信号機

- データの自動変換では100%は再現できないため、修正を加える必要がある

- 通行帯

- デフォルトでは右側通行になるため、設定が必要

実行結果

- シミュレーションを複数回
行い、走行車両数を計測
- 図の5地点の交通量を現実
のものと比較
 - ある程度傾向は再現できて
いる
 - より厳密なシミュレーション
のためにはデータの修正
が必要

走行車両数

