

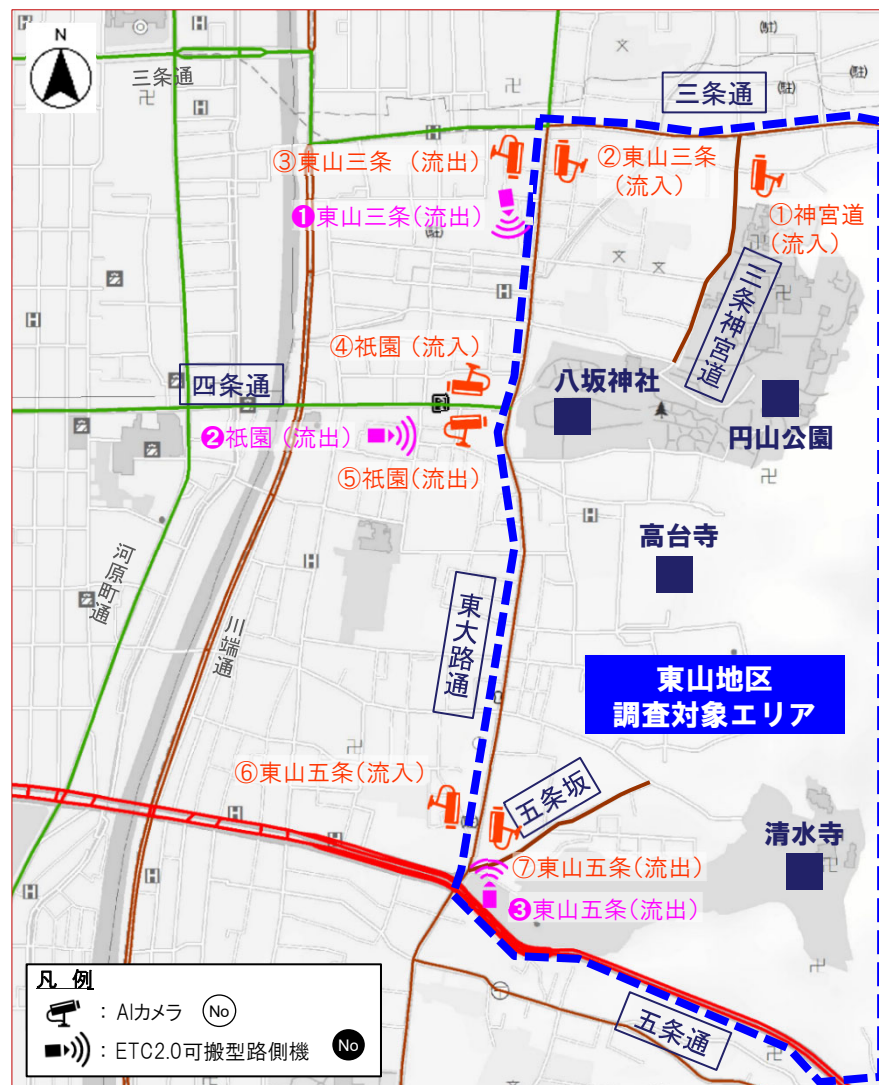
ICT・AIの活用について

1. 機器設置状況
2. AIカメラのナンバープレート解析における課題とその対応
3. ETC2.0プローブデータ分析における課題とその対応
4. Wi-Fiパケットセンサーのデータ特性と適用範囲

1. 機器設置状況

1.1 機器の設置状況(AIカメラ・ETC2.0)

○東山地区の交通流動を把握するため、東山地区への主な流出入が把握できる東大路通を中心に、AIカメラ（7台）およびETC2.0可搬型路側機（3台）を平成30年10月に設置。



《調査対象》

三条通・東大路通・五条通に囲まれたエリアを調査対象とする。
エリア内の主な流出入路線を、東大路通・四条通・三条神宮道と想定。

《AIカメラ》

エリア内への主な流出入路線の出入を撮影できる位置にAIカメラ7台を設置。

設置位置		性能	設置時に想定した解析項目
①	神宮道（流入）	三条神宮道	FHD※ ・自動車の交通量 及び ナンバープレート解析
②	東山三条（流入）	東大路通	
③	東山三条（流出）	東大路通	
④	祇園（流入）	四条通	
⑤	祇園（流出）	四条通	4K ・自動車の交通量 及び ナンバープレート解析 ・バス挙動・利用状況分析 (停車時間、乗降者数など)
⑥	東山五条（流入）	東大路通	
⑦	東山五条（流出）	東大路通	4K ・自動車の交通量 及び ナンバープレート解析 ・歩行者挙動分析 (横断歩行者数、はみ出し者数)

※FHD：フルハイビジョンカメラ

《ETC2.0可搬型路側機》

エリア内の移動経路を確認するため、
主な流出入路線の流出側にETC2.0可搬型路側機を3台設置。

設 置 位 置			設置時に想定した解析項目
①	東山三条（流出）	東大路通	・交通流動分析 ・車両挙動分析 など
②	祇園（流出）	四条通	
③	東山五条（流出）	東大路通	

1.2 Wi-Fiパケットセンサーによる人流把握技術

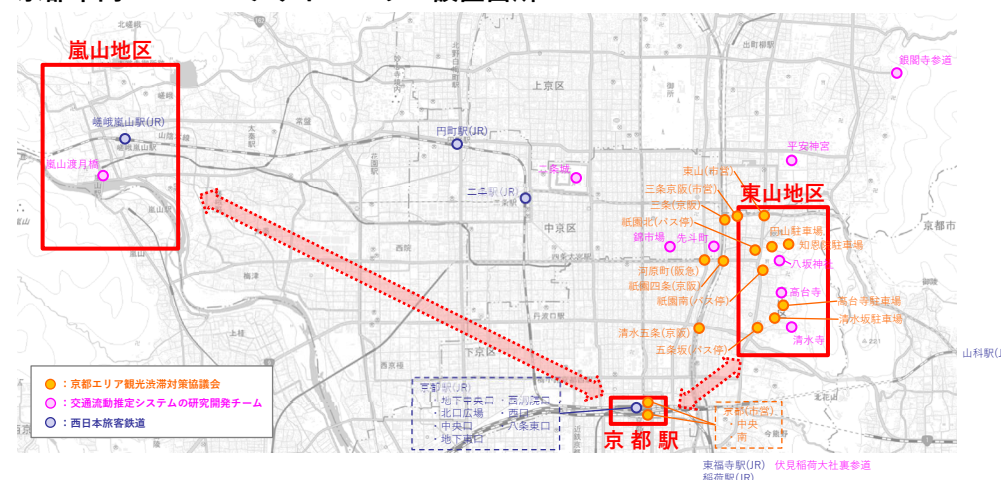
- 新たなICT・AI技術として選定された人・車の流動を分析する技術等の17技術のうち、京都市においては「Wi-Fiパケットセンサーによる人流把握技術」を採用。
- 本協議会 および 観光流動把握を目的とした交通流動推定システムの研究開発チーム、西日本旅客鉄道株式会社が連携して、計39箇所に機器を設置。
- 本社会実験では人の広域流動等を把握する目的で平成30年11月23日～令和元年6月30日までデータを取得し、第2回協議会において分析結果を報告後、機器は撤去済。

名 称	概 要
Wi-Fiパケットセンサーによる人流把握	スマートフォンがWi-Fiに接続する際に得られるプローブクエストをセンサーにより追跡し、人の流動、滞留として把握する技術

Wi-Fiプローブクエスト信号を発する端末例



京都市内のWi-Fiパケットセンサー設置箇所



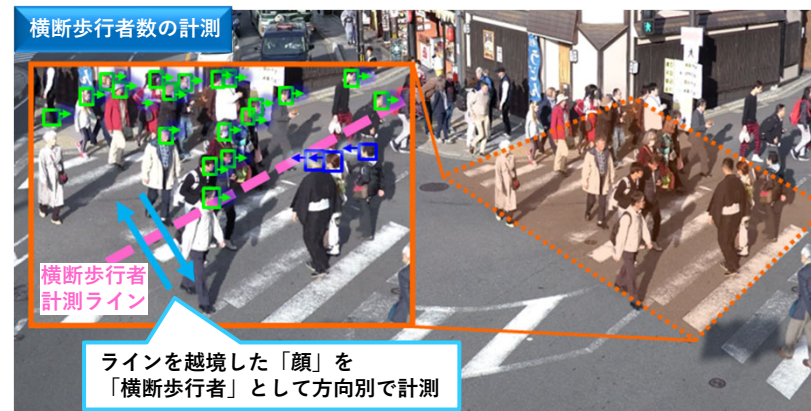
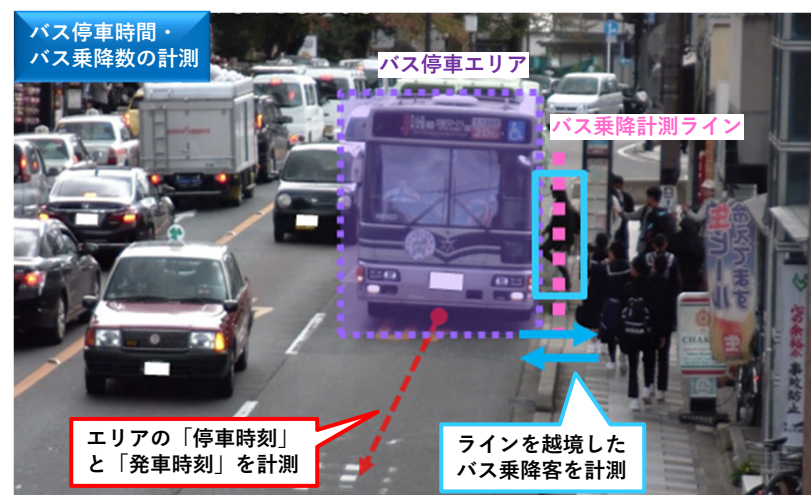
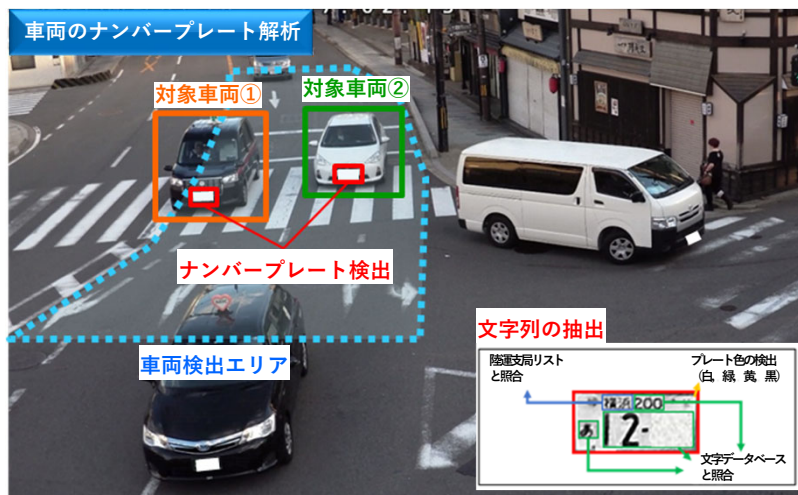
- スマートフォン等のWi-Fiを搭載する端末が発するプローブクエスト信号を受信
- この信号（パケット）に含まれるMACアドレスを受信し、解析することで滞在時間や移動速度、流動分布などが把握可能
- ✓信号には名前やメールアドレス等の個人を特定する情報は含まれないが、取得データには高度な匿名化処理が行われている
- ※個人の属性や特性は不明、性別・年代・国籍等や移動手段・目的といった情報については把握不能

2. AIカメラのナンバープレート解析 における課題とその対応

2.1 カメラ映像のAI解析について

- これまでカメラの動画データからAI解析を行い、車両のナンバープレート（NP）計測やバス停車時間、歩行者数などの計測を実施。
- ⇒バス停車時間や横断歩行者数等の計測については、一定の傾向把握としては安定的に使用可能である。
- ⇒ナンバープレート解析については、NPの文字列を抽出するため動画データの状態に左右され、**読み取り精度のばらつきが現状の課題**となっている。

■各AI解析における計測の仕組み

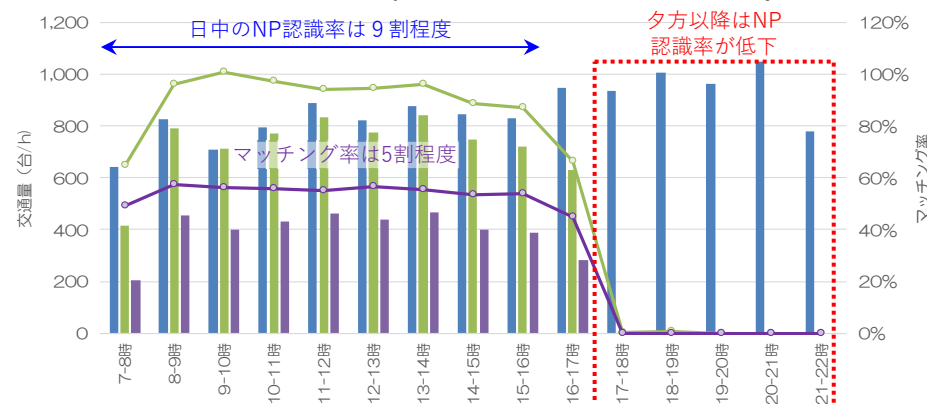


2.2 AIカメラのナンバープレート解析における課題

○車両感知器データ及び交通量調査結果をもとに、AIカメラの読み取り精度を検証。

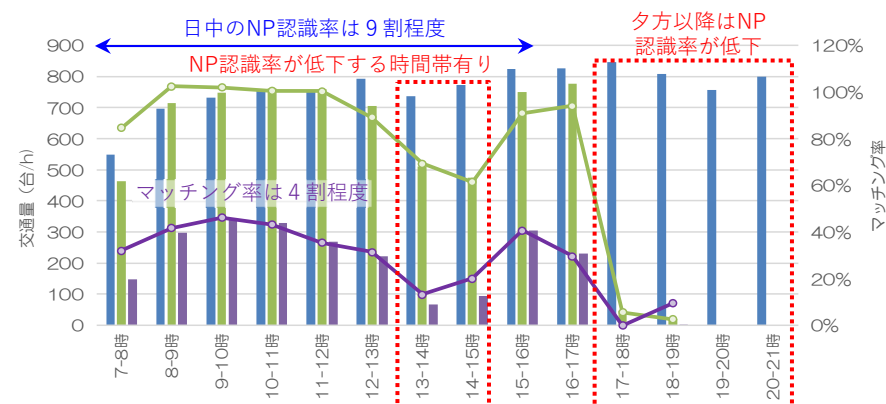
- ・日中（7時～17時）はNP認識率は高く、取得したデータを有効活用することで日中の傾向は把握できる。
但し、天候やカメラ不良等により著しく低下する日や時間帯があり、精度にばらつきがある。（課題①）
- ・夕方以降（17時～）はNP認識率が著しく低下する。（課題②）
- ・流入側と流出側で両方検知された車両のマッチング率は、4割程度である。（課題③）

■H30.11のAIカメラ精度（車両感知器データとの比較）



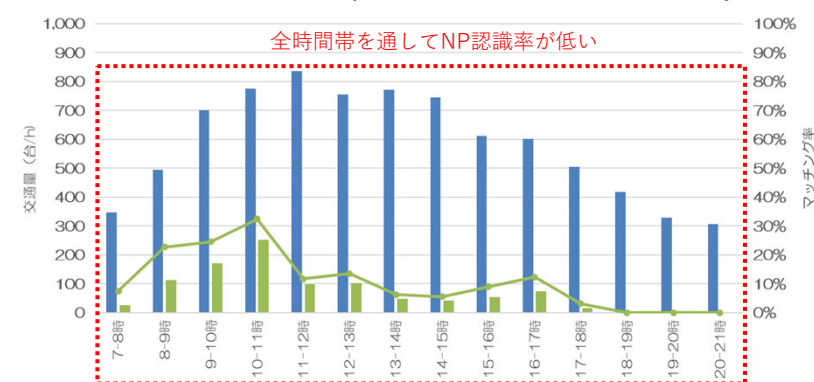
※実交通量：車両感知器データ，AIカメラデータ（東山五条流出地点，H30.11.22（木））

■R2.11のAIカメラ精度（交通量調査結果との比較）



※実交通量：人手観測結果，AIカメラデータ（東山五条流出地点，R2.11.21（土））

■R2.9のAIカメラ精度（車両感知器データとの比較）



※実交通量：車両感知器データ，AIカメラデータ（東山五条流入地点，R2.9.27（日））

- 実交通量 : 車両感知器データ or 人手観測結果
- NP認識台数 : AIカメラでNPが読み取れた車両台数
- マッチング台数 : 流入と流出でNPが一致した車両台数
- NP認識率 : ②NP認識台数 / ①実交通量
- マッチング率 : ③マッチング台数 / ②NP認識台数

※マッチングとは、エリアに出現した車両のナンバープレート情報が「流入(I N)」と「流出(O U T)」で一致した車両

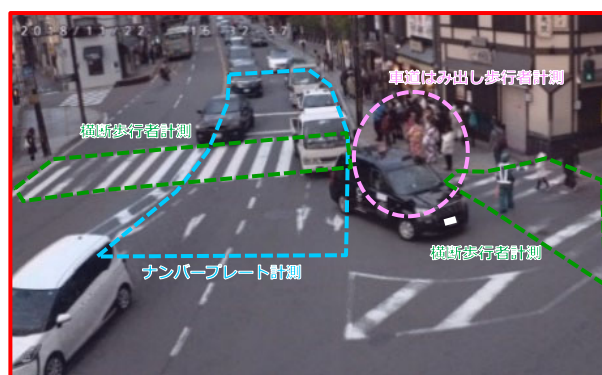
※AIカメラと車両感知器は、設置位置が異なるため交通量は一致しない

2.3 課題①(NP認識精度のばらつき) <要因>

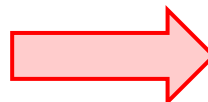
- 課題① (NP認識精度のばらつき) の要因としては、カメラの画角・機能・天候・交通環境等による影響が大きいと考えられる。
- 東山五条 (流出) のカメラでは、歩行者数の解析等も想定していたことからカメラ画角を広角にしており、悪天候による影響やピントブレや白飛びなどの事象が誘発されやすくなっていると推察される。
- その他の要因としては、物理的に大型車両に隠れた車両のNPを認識できないことが要因として挙げられる。

■主要因：広域画角によるNP認識精度の低下

⇒ナンバープレート解析だけでなく、歩行者挙動解析等も想定しているため、広域のカメラ画角となっていることから、ピントブレや白飛び、悪天候時の視界不良等の事象が発生し、NPが認識できない。



広域画角により
起こりうる事象



■その他要因：大型車両による後続車両のNP未検知

⇒大型車両に隠れて、後続車両のNPが検知できない。



※ナンバーは、プライバシーを考慮し、実際の車両とは異なる情報を掲載

2.3 課題①(NP認識精度のばらつき) <対応策>

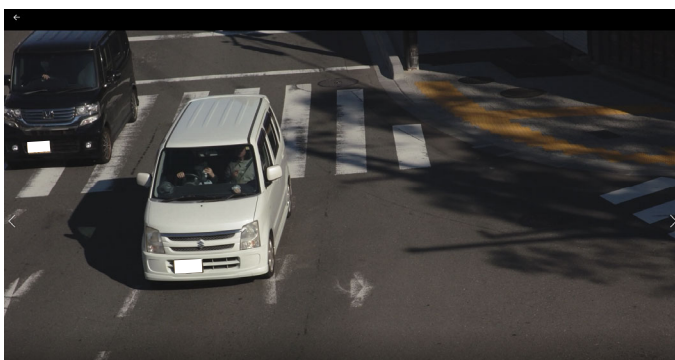
- 課題①の要因（広域画角によるNP認識精度の低下）に対する対応として、カメラ画角を最大限ズームする設定変更を検証。
⇒車両のナンバープレートに特化した画角に設定変更することにより、歩行者挙動等の解析は不可となる。
- 設定変更の結果、NP認識率が向上し、白飛び等による影響が抑えられることから、設定変更が有効であることを確認。
⇒歩行者挙動については前回の協議会において一定の検証が完了しており、またコロナ禍において例年以上の歩行者による混雑は想定しにくいため、令和3年度の秋の観光シーズンは、ズームした画角に設定変更。

■設定変更する画角（東山五条交差点南行き）

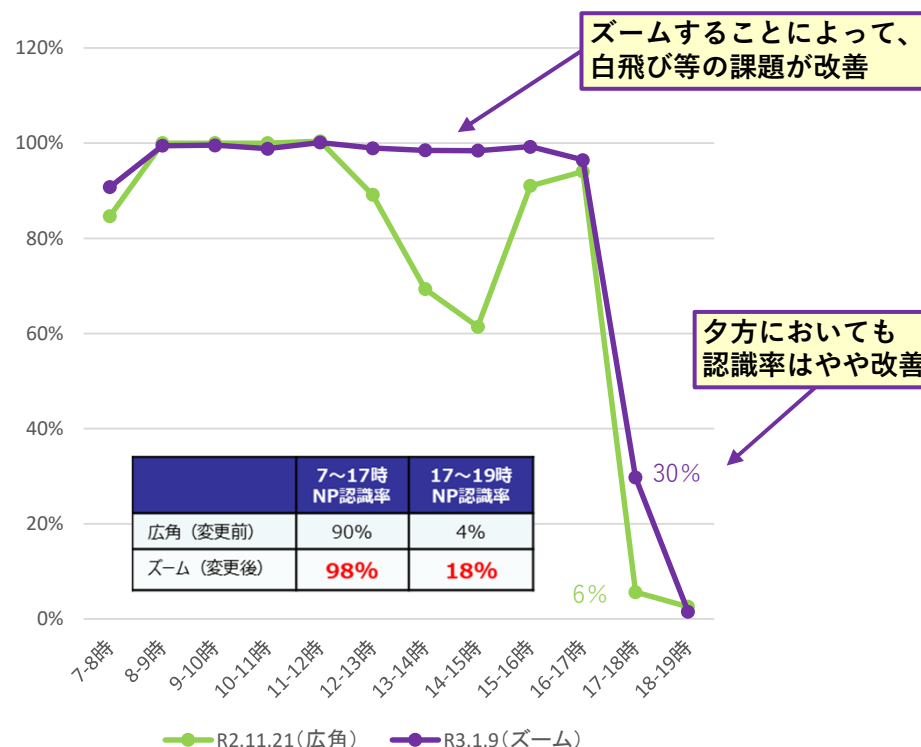
○変更前の画角（R2.11.21）



○変更後の画角（R3.1.9）



■設定変更前後のNP認識率（AIカメラと人手観測結果との比較）



NP認識率：AIカメラのNP認識台数 / 実交通量（人手観測結果）

※AIカメラデータ及び人手観測結果（東山五条流出地点，R2.11.21(土)・R3.1.9(土)の7時～19時(12h)）

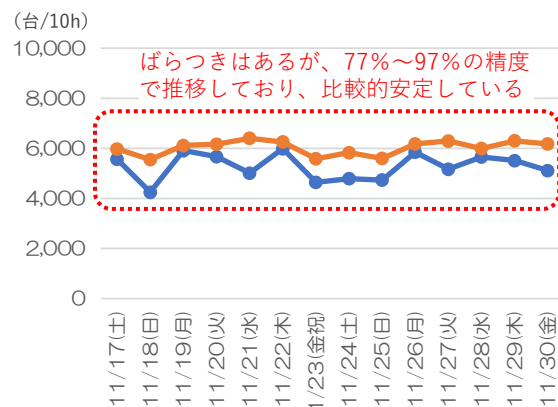
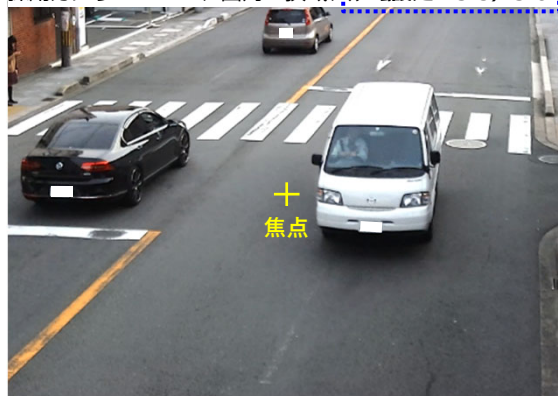
2.3 課題①(NP認識精度のばらつき) <対応策>

○各カメラの画角・設定と精度検証結果から、ズーム変更を行うカメラを選定。

■各カメラの画角及び設定、車両感知器データとの比較 (H30.11.17~11.30)

カメラ②：東山三条（流入）

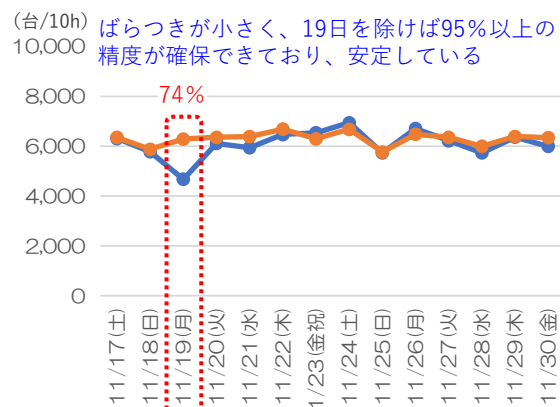
解析内容（想定）：車両NP計測
採用カメラ：FHD、画角：狭域、 $\lambda^{\circ}-\Delta$ 設定：3.5/3.6



京都市の天気

カメラ③：東山三条（流出）

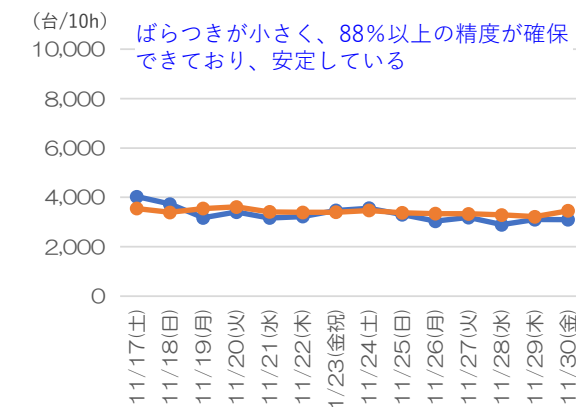
解析内容（想定）：車両NP計測
採用カメラ：FHD、画角：狭域、 $\lambda^{\circ}-\Delta$ 設定：3.5/3.6



京都市の天気

カメラ④：祇園（流入）

解析内容（想定）：車両NP計測
採用カメラ：FHD、画角：やや狭域、 $\lambda^{\circ}-\Delta$ 設定：3.6/3.6



京都市の天気



※AIカメラデータ、車両感知器データ (H30.11.17(土)~11.30(金)の7時~17時(10h))
※AIカメラと車両感知器は、設置位置が異なるため交通量は一致しない

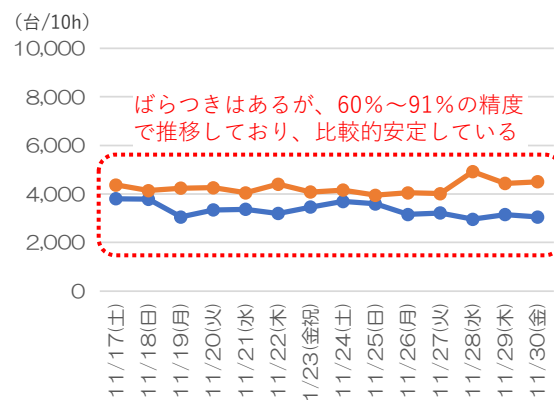
2.3 課題①(NP認識精度のばらつき) <対応策>

- カメラ⑤と⑦については、ズームアップの余地があり、ばらつき及びデータ取得が安定する可能性がある。
- 他カメラについては、ズームによる改善効果を踏まえ、カメラ方向・角度等の変更を検討し、更なる精度向上を図る。

■各カメラの画角及び設定、車両感知器データとの比較 (H30.11.17~11.30)

カメラ⑤：祇園（流出）

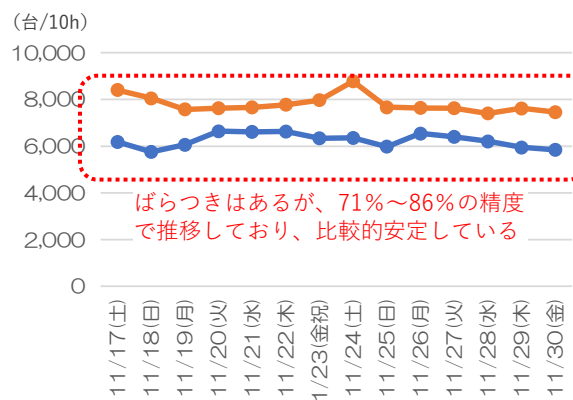
解析内容（想定）：車両NP計測、バス・歩行者解析
採用カメラ：4K、画角：広域、ズーム設定：2.9/6.0



京都市の天気 

カメラ⑥：東山五条（流入）

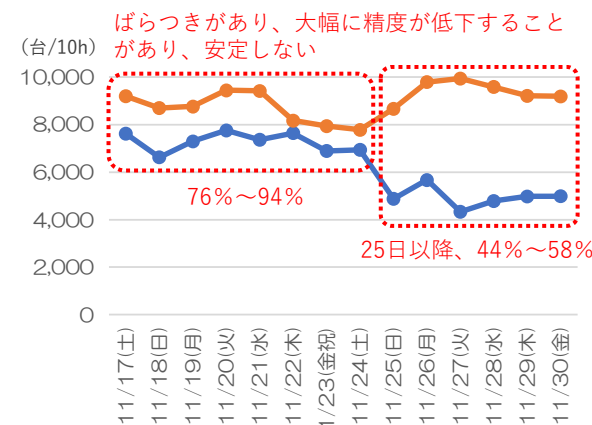
解析内容（想定）：車両NP計測、バス・歩行者解析
採用カメラ：4K、画角：広域、ズーム設定：5.8/6.0



京都市の天気 

カメラ⑦：東山五条（流出）

解析内容（想定）：車両NP計測、歩行者解析
採用カメラ：4K、画角：広域、ズーム設定：1.9/6.0



京都市の天気 



※AIカメラデータ、車両感知器データ (H30.11.17(土)~11.30(金)の7時~17時(10h))
※AIカメラと車両感知器は、設置位置が違うため交通量は一致しない

2.4 課題②(夕方のNP認識精度の低下) <要因>

- 課題②（夕方以降のNP認識精度の低下）の要因としては、照度の影響が挙げられる。
- 夕方以降は照度が不足することにより、NP認識精度が著しく低下する。
- また、夕方のNP認識精度の低下が課題③のマッチング率の低下にも影響している。

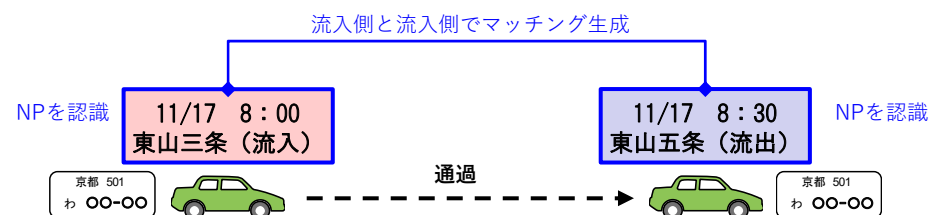
■主要因：照度不足による認識精度の低下



■課題③（マッチング率の低下）への影響

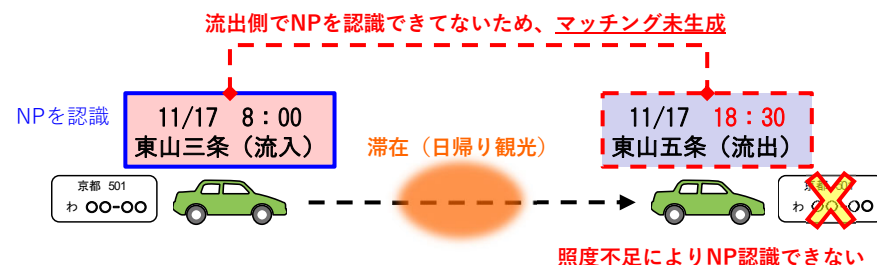
<マッチング生成事例>

流入側（祇園）で8時にNPを認識し、8時30分に流出側（東山三条）でNPを認識した車両 ⇒ **マッチング生成**



<マッチング未生成事例（夕方の照度不足）>

流入側（祇園）で8時にNPを認識したが、流出が18時30分であったために流出側（東山三条）のNPが認識できなかった車両 ⇒ **マッチング未生成**



2.5 課題③(マッチング率の低下) <要因>

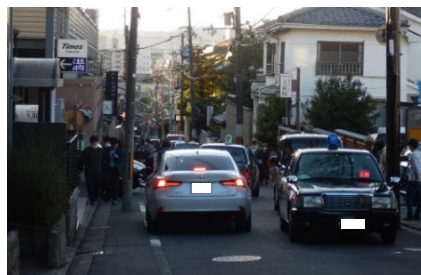
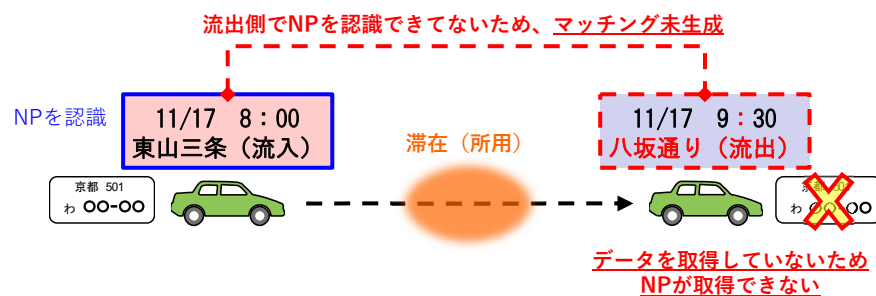
- 課題③（マッチング率の低下）の要因としては、前頁までのピントズレや照度不足による影響がある。
- また、AIカメラを設置していない細街路から流入出する車両の場合、流入・流出の両方でのNP認識ができず、マッチング未生成となる。

■主要因：細街路からの流入出

<マッチング未生成事例（細街路からの流入出）>

流入側（祇園）で8時にNPを認識したが、流出した路線がAIカメラを設置していない八坂通りであったため、流出側のNPが認識できなかった車両

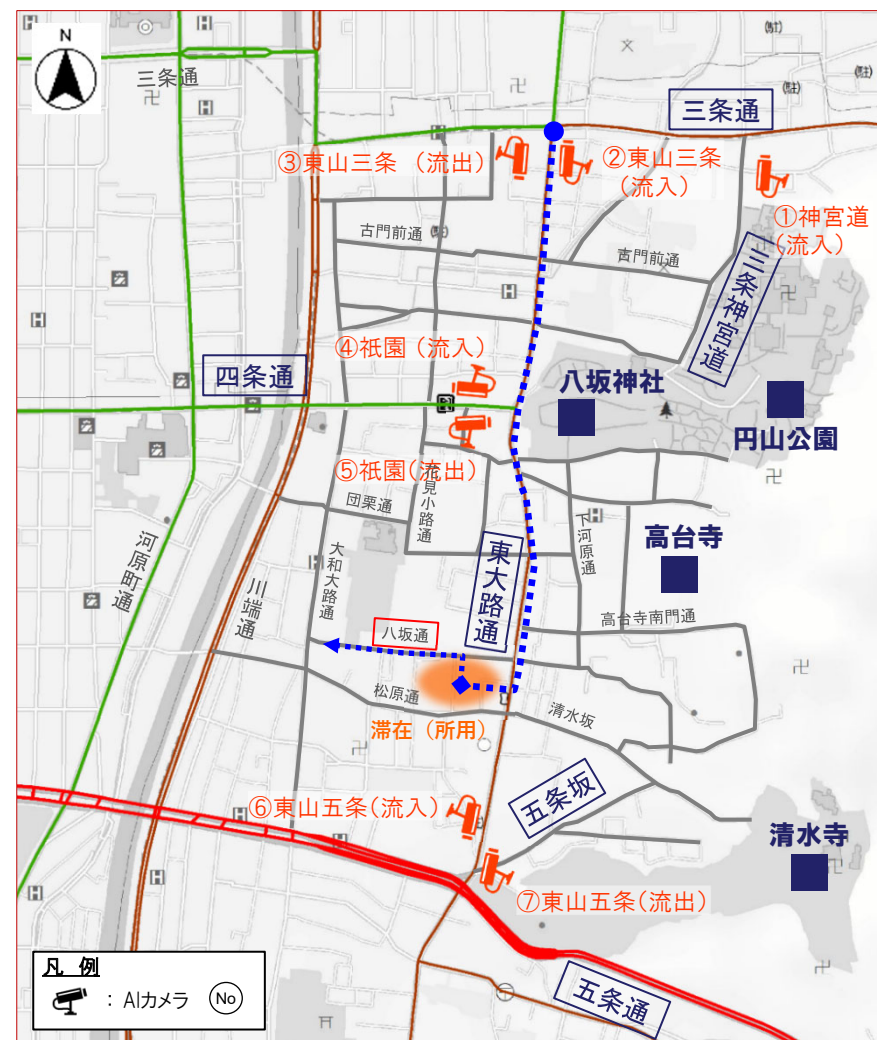
⇒ マッチング未生成



▲細街路利用状況（八坂通り）



▲細街路利用状況（松原通り）



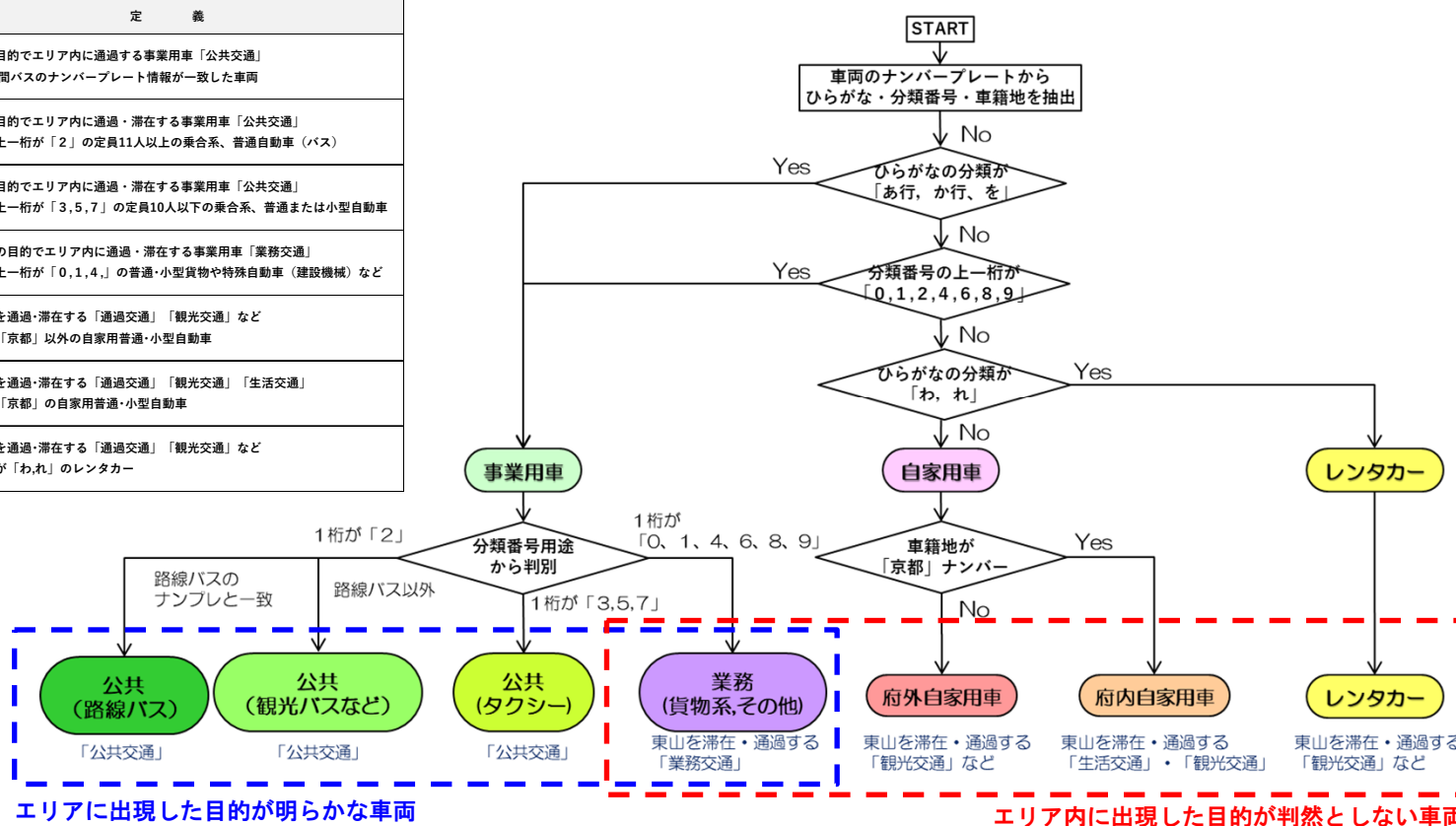
2.6 現状分析等を行うにあたってのデータ活用方法

○高いNP認識率で取得される日中のデータを有効活用するため、全車両を対象とした「1次分類」とマッチングされた車両を対象とした「2次分類」を使い分けることで、日中の傾向は把握できる。
 ⇒相対評価として、期間比較する場合などの現状分析において、一定の傾向は把握可能である。

< 1次分類（車種分類） >

- ・ナンバープレート情報のみで車種を分類する交通分類フローを作成。
- ・分析期間の短縮、分析費用の低減等が可能であることから、コロナ影響分析などの一定期間の傾向を把握する場合に適する。

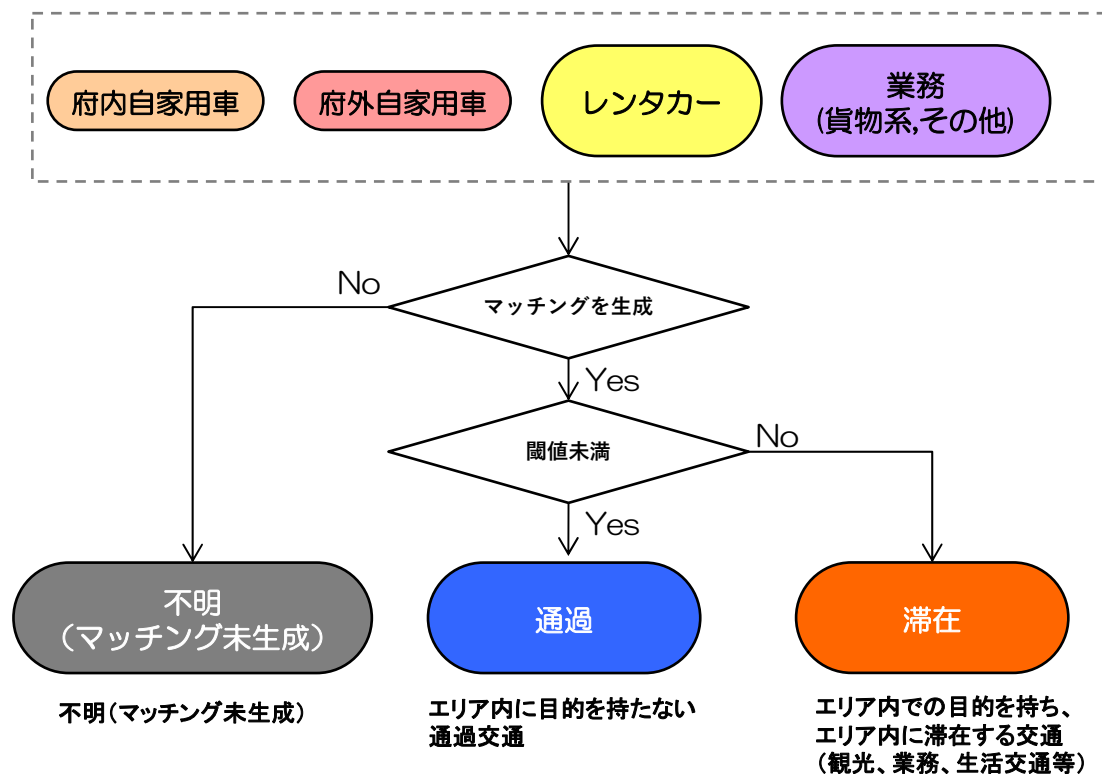
車 種	定 義
公共	路線バス ・旅客輸送目的でエリア内に通過する事業用車「公共交通」 ・市バス、民間バスのナンバープレート情報が一致した車両
	観光バスなど ・旅客輸送目的でエリア内に通過・滞在する事業用車「公共交通」 ・分類番号上一桁が「2」の定員11人以上の乗合系、普通自動車（バス）
	タクシー ・旅客輸送目的でエリア内に通過・滞在する事業用車「公共交通」 ・分類番号上一桁が「3, 5, 7」の定員10人以下の乗合系、普通または小型自動車
業務（貨物系、その他）	・配達などの目的でエリア内に通過・滞在する事業用車「業務交通」 ・分類番号上一桁が「0, 1, 4」の普通・小型貨物や特殊自動車（建設機械）など
自家用車	府外自家用車 ・エリア内を通過・滞在する「通過交通」「観光交通」など ・車籍地が「京都」以外の自家用普通・小型自動車
	府内自家用車 ・エリア内を通過・滞在する「通過交通」「観光交通」「生活交通」 ・車籍地が「京都」の自家用普通・小型自動車
レンタカー	・エリア内を通過・滞在する「通過交通」「観光交通」など ・ひらがなが「われ」のレンタカー



2.6 現状分析等を行うにあたってのデータ活用方法

< 2次分類（車種分類） >

- ・ 1次分類で分類された車両をマッチングさせ、通過や滞在などを把握する交通分類フローを作成。
- ・ 設置したカメラデータを全て解析する必要があり、分析費用が1次分類より増加することになるが、エリア内に流入した交通目的だけでなく、通過時間や滞在時間等の行動が把握できる。
- ・ 自家用車やレンタカーの滞在目的(観光や生活等)を把握する場合は、必要に応じて閾値を設定するなどすることで判定可能である。



※マッチング：エリアに出現した車両のナンバープレート情報が「流入(I N)」と「流出(O U T)」で一致した車両。

※マッチング率 = マッチングできた車両台数 / エリア内に出現した流出車両台数 (延べ台数)

※ 閾値：ETC2.0プローブによって平日休日別・時間帯別に算出した区間所要時間の最大値

2.7 社会実験のロードマップを踏まえた対応方針

○A I カメラのデータ取得精度の向上については、社会実験のロードマップを踏まえ、各段階において必要な精度を検証しながら対応策を検討していく。
また、長期的に活用していく上で、カメラ機器のメンテナンス等についても今後検討していく。

社会実験のロードマップ		求められるAIカメラ技術	現状の課題	対応方針
短期	モニタリング技術の確立 ・東大路通の課題検証 ・既存対策の効果検証	日中において高いNP認識率を確保できるカメラ撮影技術および画像解析技術	広域画角により、解析日時の条件によってNP認識精度にばらつきがある (課題①)	<u>ズーム設定及びアングル等、機器設定の見直し</u> ⇒精度ばらつきは安定
			高いNP認識率が確保された日中のデータを用いた分析手法の確立	<u>1次分類と2次分類の使い分け</u> ⇒傾向の把握は可能
中期 ～ 長期	分析・予測技術の確立および活用 ・混雑予測情報の提供 ・リアルタイム所要時間情報の提供 ・五条坂における観光バス等の流入コントロール 交通需要マネジメント施策 ・交通需要制限・抑制 など	検討する施策により、必要な機器条件・課題を抽出する。 (・必要な時間帯での高いNP認識率の確保 ・撮影から画像解析・集計までのリアルタイムで処理技術 ・細街路を含めたすべての車両を計測できる技術 など)		技術開発や研究などの発展も踏まえながら、 段階に応じた検討が必要

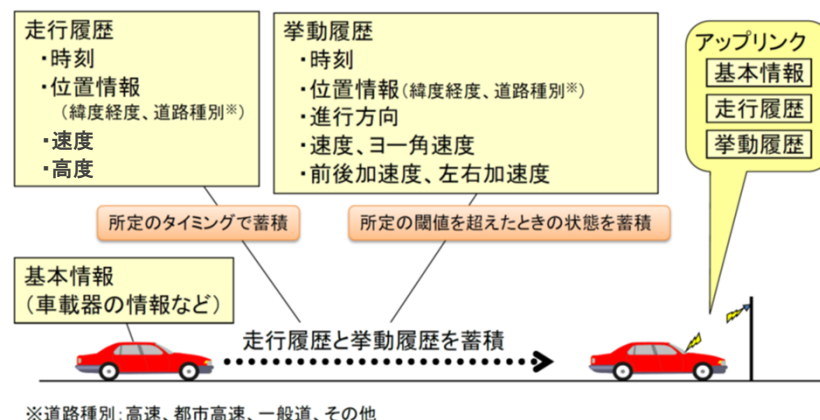
3. ETC2.0プローブデータ分析 における課題とその対応

3.1 ETC2.0プローブデータを活用した分析

- 協議会設立当初、まず東山エリア周辺の旅行速度やエリアまでのアクセス経路、エリア内での経路・車両挙動等の実態把握するために、ETC2.0プローブデータを活用を検討。
- 交通分析に活用するにあたり、東山エリアに流入出するETC2.0車載器を搭載した車両データを確実に取得するため、ETC2.0可搬型路側機を東大路通の流出地点に3台設置した。

■ETC2.0プローブデータの特徴

- ETC2.0プローブデータは、ETC2.0車載器に蓄積された走行情報を路側機から収集し、プローブ統合サーバーで処理・集計された情報
- ETC2.0プローブ情報（走行履歴や挙動履歴など）を用いて、路線速度やOD・移動経路などの道路交通状況を分析することにより、交通円滑化、交通安全向上、交通マネジメントなどの検討が可能。



- ・経緯度座標は、概ね200m程度の間隔で測位
- ・プライバシー保護のため、エンジンON/OFF地点前後（概ね500m）のデータを消去
- ・データ蓄積容量の制約により、走行履歴の蓄積は最大概ね80km

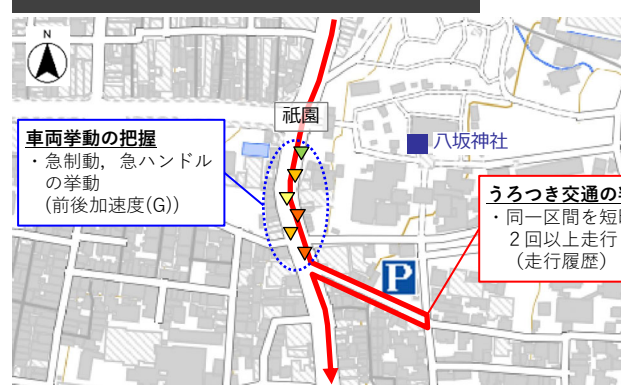
■ETC2.0プローブデータを活用した分析例

東山エリア周辺の旅行速度 (H30.11 ピーク期・休日)



※ETC2.0データ (H30.11.23(金祝)~11.24(土)の2日間, 10h (9時~17時) 平均)

うろつき交通・車両挙動の分析イメージ

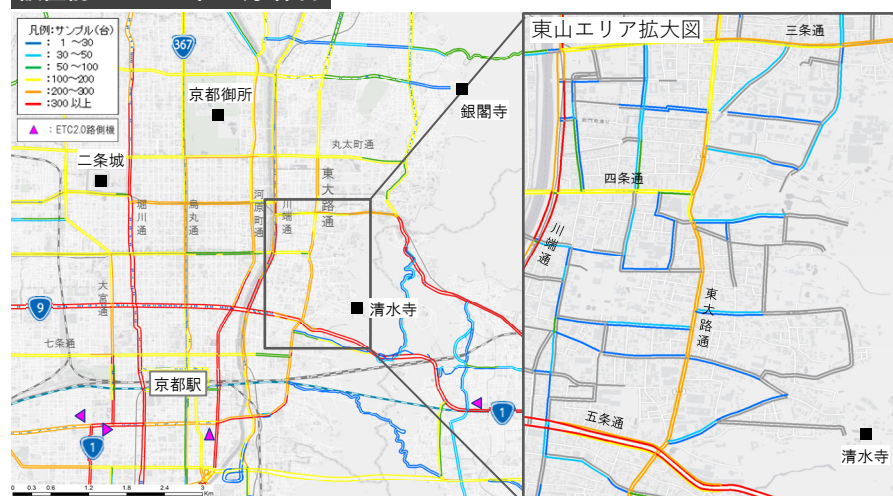


3.2 ETC2.0可搬型路側機設置によるデータ取得数の変化 国土交通省

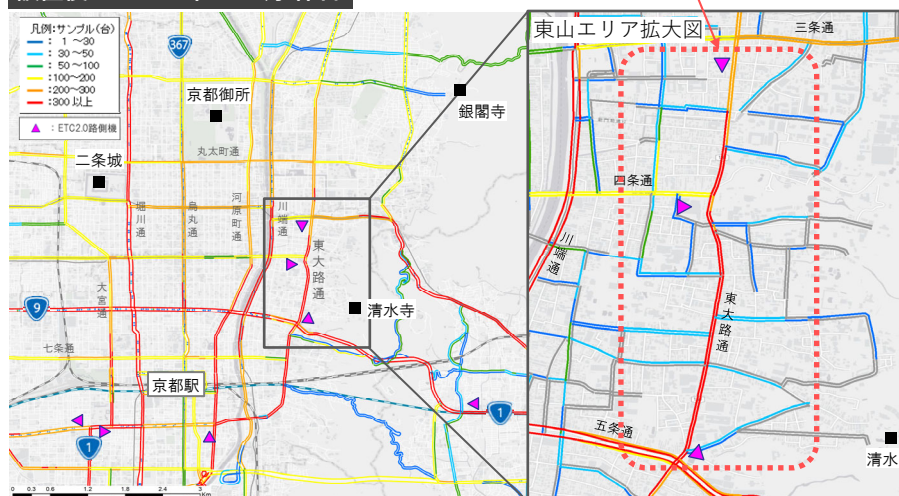
- 東山エリアにETC2.0可搬型路側機（3台）を設置したことにより、設置前のH30年9月に比べて、ETC2.0のデータ取得数が増加。
- 路線別にみると、特にETC2.0可搬型路側機を設置した東大路通でのサンプル数が約4割増加。

■東山エリア周辺のデータ取得状況

設置前：H30年9月 休日

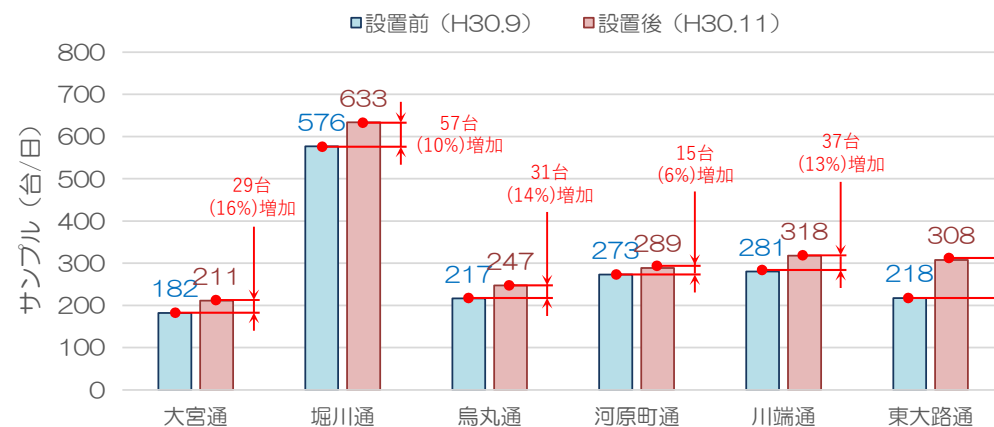


設置後：H30年11月 休日



※ETC2.0データ 設置前：H30.9.22（土）～9.24（月祝）の3日間平均
設置後：H30.11.23（金祝）～11.25（日）の3日間平均

■路線別のETC2.0データ取得状況



ETC2.0可搬型路側機を設置した東大路通において、サンプル数が約4割増加

※ETC2.0データ（各路線の七条通～丸太町通間を対象（上下合計））
設置前：H30.9.22（土）～9.24（月祝）の3日間平均
設置後：H30.11.23（金祝）～11.25（日）の3日間平均

4. Wi-Fiパケットセンサーの データ特性と適用範囲

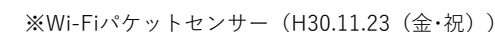
- ## ■ Wi-Fi パケットセンサーのデータ取得の仕組み



- ## ■ Wi-Fi パケットセンサーを活用した分析例

Route	Percentage
嵐山→東山	36%
東山→嵐山	26%
東山→嵐山→東山	9%
京都駅→嵐山→東山	8%
京都駅→東山→嵐山	6%
京都駅→嵐山→京都駅	3%
嵐山→京都駅→東山	7%
東山→京都駅→嵐山	5%

清水寺周辺の人の滞留状況

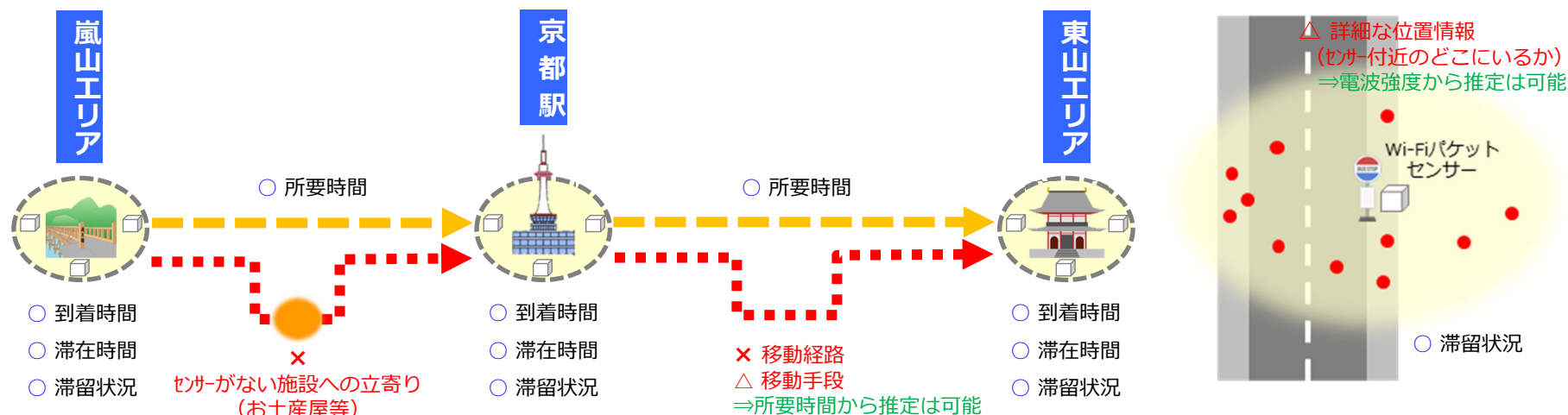


4.4 Wi-Fiパケットセンサー分析の適用範囲

- Wi-Fiパケットセンサーは、人の滞留状況や広域流動などの把握には有効であることを確認。
- データの特性、設置段階において分析目的に応じたセンサーの適切な配置の検討が重要である。
- 移動手段や実数拡大などの推定手法については研究・実験が進められており、推定手法の確立により活用範囲の拡充されることが考えられる。

■ Wi-Fiパケットセンサーにより把握できる人流 と 把握できない人流

○ 嵐山 ⇒ 京都駅 ⇒ 東山などの周遊パターン ※機器配置は十分な検討が必要



◆分析するうえでの留意点

- センサーが取得する範囲は、端末の所持状態や場所によって変わり、実際どこまで取得しているかは不明確である
 - ⇒ 特に、屋外のような解放された空間では無作為に取得
- 取得する情報に、移動履歴や位置情報（緯度・経度）等は含まれない
 - ⇒ センサー間の移動経路や移動手段、詳細な位置情報は不明
- 複数端末の所有、端末の未所持などのユーザーの存在
 - ⇒ 実数に対するデータ取得率が不明

- センサーの設置段階で、把握したい内容に応じた適切な配置の検討が重要である
- 移動手段や位置情報については、センサー間の所要時間や電波強度（RSSI）から推定は可能であり、推定手法の研究・実験が進められている
- サンプル調査であることを前提とし、実数拡大の手法やデータの偏りに対する補正の研究・実験が進められている