

地域道路経済戦略研究会

四国地方研究会



「交通安全」の取り組み

令和元年12月18日（水）

1. 取組内容



【昨年度の取組】

歩行者事故リスクモデルの構築

- ・生活道路における歩行者の事故リスクを算定
- ・歩行者データとして混雑統計を用いて分析

【今年度の方針】

①モデル式の見直し
・モデル構造式の見直しで、モデルの精度向上を図る

②他地域への横展開
・他地域への横展開を容易に図るための事故リスクモデルの検討

③高リスク箇所の要因分析
・歩行者事故の要因を把握するための新たな手法の検討

・歩行者データとして利用した混雑統計は、最小が250mメッシュでそれ以下の細かさは、データ秘匿仕様のため、歩行者数が少ない地方部においては、地域全体が秘匿となり、現状のサンプル数では、横展開しにくい状況
・混雑統計に変わる動的（日・時間変動を取得可能）データが現時点で整備されていない
・一方、車両データに関しては、ETC2.0などのデータが整備されている

・事故要因分析のためには、歩行者の複雑な動きをとらえる新たな観測技術が必要

歩行者事故リスクモデルの横展開については、利用できる一定数のサンプルを確保した歩行者データのオープン化などの状況が整った段階で、再度検討する

【今年度の取組】

横展開可能な車両事故リスクモデルの高度化

AIカメラによる乱横断する歩行者の観測精度を確認

【来年度以降の取組】

乱横断MAPの作成

2段階横断施設の検討

【歩行者データがオープン化後】

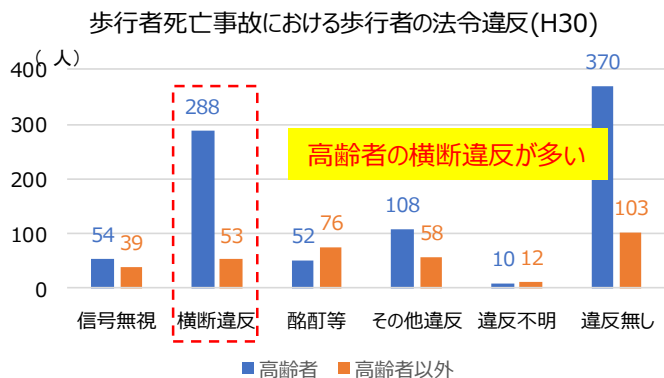
【歩行者データがオープン化後】
横展開可能な事故リスクモデルを構築し、高リスク箇所について、AIカメラを使った歩行者の行動分析を行い、事故対策に繋げる仕組みを確立させる。

2. AIカメラによる乱横断する歩行者の観測精度を確認



- 歩行者が、横断歩道のない車道を横断するいわゆる「乱横断」は、ドライバーにとっても、歩行者がいることを想定して走行していないことが多く、スピードが出ており、発見の遅れを誘発しやすく、重大事故を招きやすい事故形態であり、高齢者の歩行者死亡事故の主要因となっている。
- 乱横断の実態を効率良く把握するため、AIカメラによる検知を検討し、実態把握と対策を検討する。本年度は、乱横断が発生している松山市内のケーススタディ箇所において、AIカメラを設置し、乱横断の検知精度を検証する。

歩行者死亡事故の要因

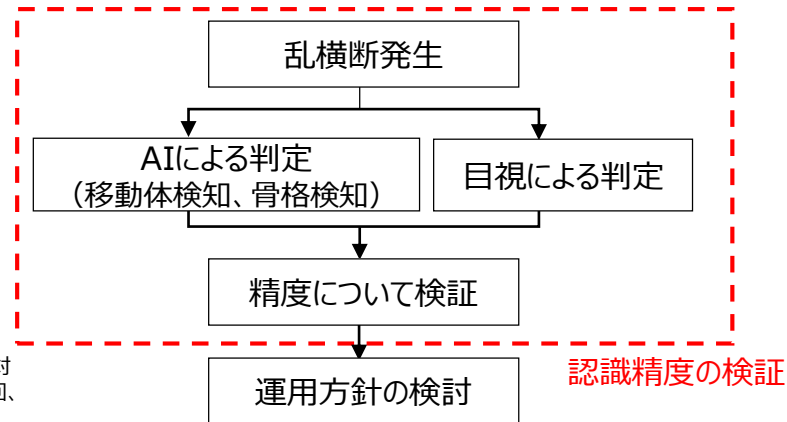


乱横断分析イメージ



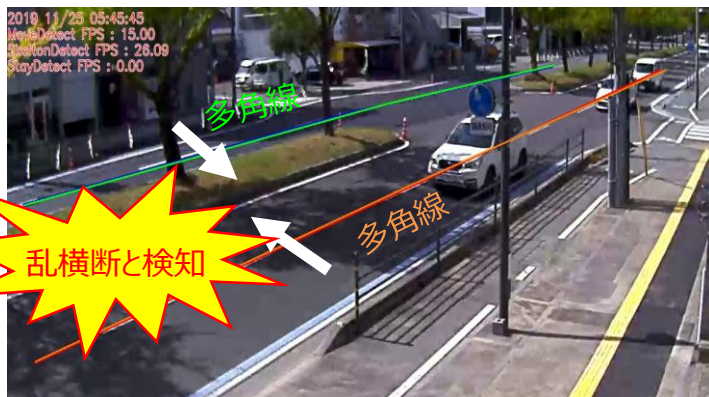
※鉄道における踏切内やホームの白線内の侵入に対しての人物検知として活用例のあるAIカメラを今回、乱横断に対して適用可能か実験

AIカメラを用いた乱横断対策の検討フロー



乱横断検知方法

検知した移動体が外側から内側への多角線乗り越え事象が発生した場合、乱横断発生とする。



調査内容

項目	内容
調査日	令和元年10月6日(日)0時～10月17日(木)24時 (12日間で3箇所調査)
調査時間	24時間×3日間/1カ所
調査対象	歩行者、自転車
調査方向	上下方向(画角上難しい場合はいずれか1方向) ※調査可能なカメラ画角は90度
調査機材	AIカメラ(箇所毎に1台)、 電源コードまたはバッテリー、設置器具
天候条件	雨天決行(AIカメラは防水仕様)



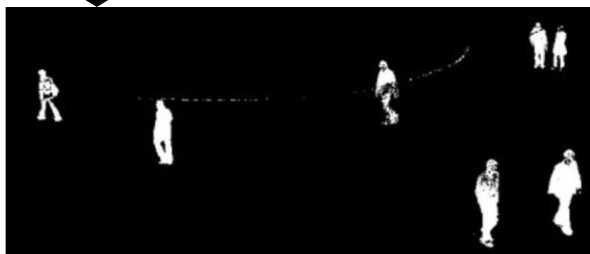
➤ 移動体検知及び、骨格検知の2種類により歩行者を検知するAIカメラを使用

1. 移動体検知 (検知1)

移動体検知方式は、撮影された動画を背景差分法により前景領域を抽出することで、物体の認識を行う。得られた背景領域のサイズ・移動速度などから人物、車両などの対象を推定

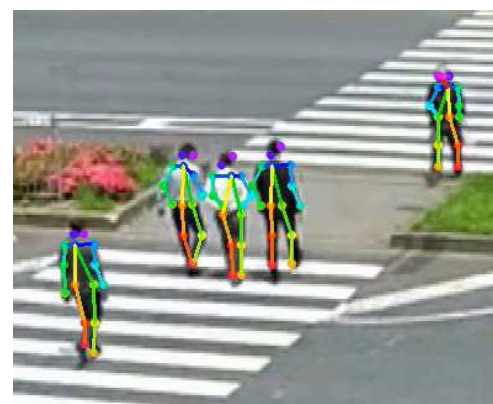
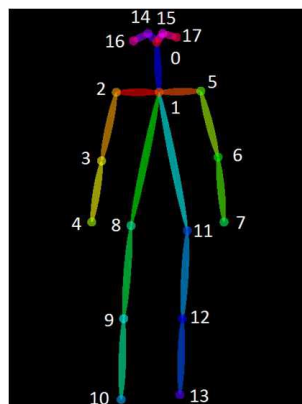


↓ 動画の差分により、移動体を検出



2. 骨格検知 (検知2)

骨格検知方式は、ディープラーニングによる画像認識により人物の関節点を抽出し、関節点の接続状態から画像内の人物の骨格を推定する。関節点間の繋がりの強さを予測し、特徴点を接続することで、精度良く人物の検出が可能



検出部位一覧

0: 鼻 1: 首 2: 右肩 3: 右肘 4: 右手首 5: 左肩
6: 左肘 7: 左手首 8: 右腰 9: 右膝 10: 右足首 11: 左腰
12: 左膝 13: 左足首 14: 右目 15: 左目 16: 右耳 17: 左耳

協力：沖電気工業（株）、丸紅ネットワークソリューションズ（株）

	移動体検知 (検知1)	骨格検知 (検知2)
精度	小さい画像でも検知可能であるが誤検知が多い	骨格検知がされれば、その精度は高い
未検知	移動体の判定ミス（人を車として判定）による未検知が多い	対象のピクセルが小さいと未検知が多くなる（100ピクセルが必要）
誤検知	移動体の判定ミス（車を人として判定）による誤検知が多い	骨格が検知されれば、誤検知は少ない

(2) AIカメラによる観測結果 (松山市平和通り)



- 愛媛大学に隣接する片側2車線の道路であり、学生等の横断が多い状況。
- AIカメラによる分析の結果、移動体検知については、誤検知が非常に多く、骨格検知では、分析可能範囲においては、精度高く検知可能であることが確認できた。

■ 位置図及び概況



■ カメラによる検知精度結果

移動体検知による評価(10月8日分のみ)

- 検知率 96.9% (217件/224件)
- 未検知数 7件
- 誤検知数 **11,672件**

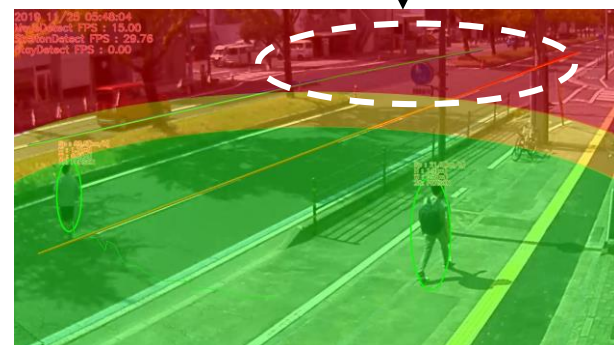
↓ 誤検知が多いことから骨格検知に切り替え

骨格検知による評価 (3日分)

- 検知率 **77.3%** (529件/684件)
- 未検知数 155件
- 誤検知数 **0件**

■ 骨格検知による分析精度

解像度が低い箇所における検知率は低め



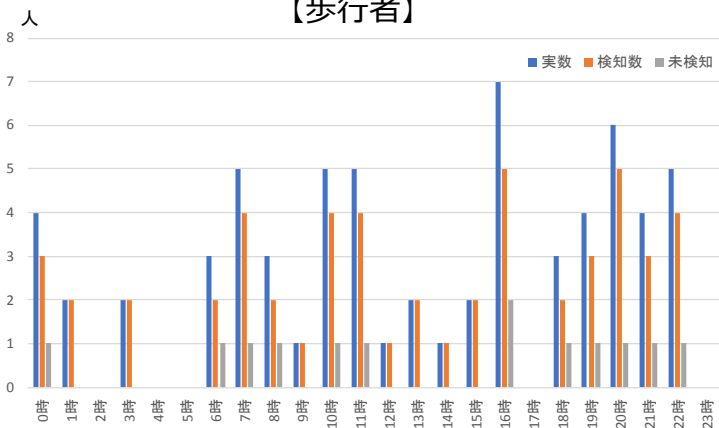
検知率 ■ 80%以上 ■ 20~79% ■ 20%未満

↑ カメラからの距離 概ね20mぐらいまで

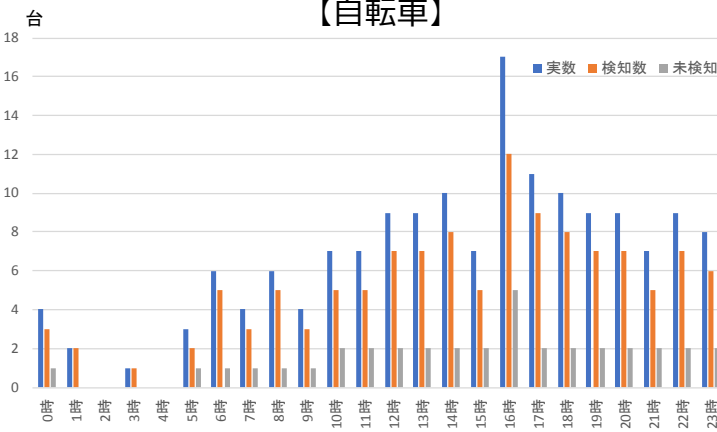
↑ カメラからの距離が 30mを超えると 20%未満の精度

■ 時間帯別結果 (骨格検知: 10月8日分)

【歩行者】



【自転車】



(2) AIカメラによる観測結果(天山交差点付近)



- 天山交差点から北上して松山市市街地部に向かう市道で、大型商業施設が沿線に立地しており、自転車及び歩行者の乱横断が多く発生している。
- AIカメラによる分析の結果、移動体検知については、誤検知が非常に多く、骨格検知では、分析可能範囲においては、高精度で検知が可能であることを確認できた。

■位置図及び概況



■カメラによる検知精度結果

移動体検知による評価(10月12日分のみ)

- 検知率47.8% (239件/500件)
- 未検知数 261件
- 誤検知数 **23,930件**

↓ 誤検知が多いことから骨格検知に切り替え

骨格検知による評価(3日分)

- 検知率 **50.7%** (827件/1,631件)
- 未検知数 804件
- 誤検知数 **0件**

■骨格検知による分析精度

解像度が低い箇所における検知率は低め

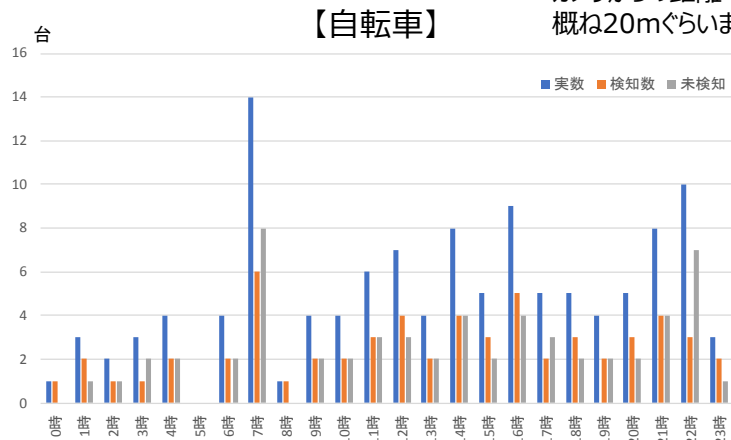
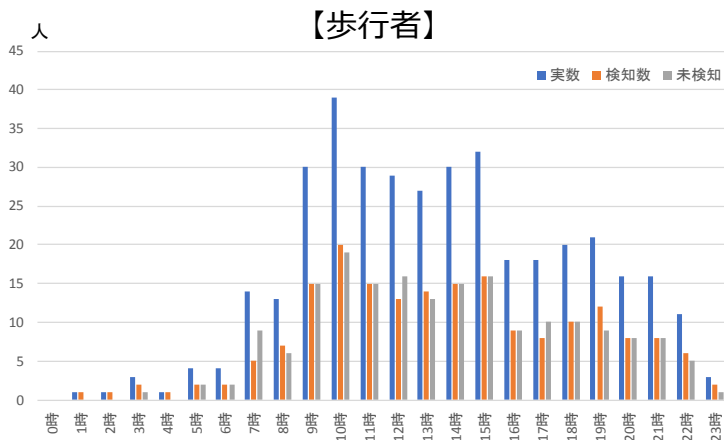


検知率 80%以上 20~79% 20%未満

↑ カメラからの距離 概ね20mぐらいまで

↑ カメラからの距離が 30mを超えると 20%未満の精度

■時間帯別結果(骨格検知:10月12日分)

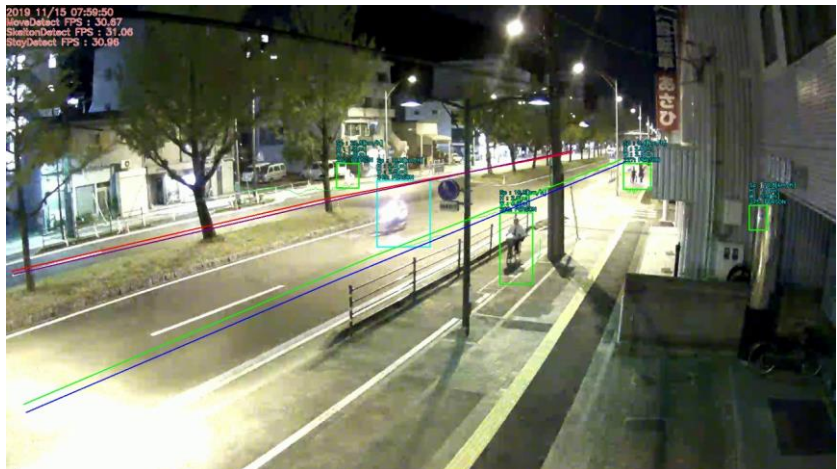


(3) 誤検知（検知したが、人ではなかった）の要因



➤ 誤検知は、移動体検知時に多数発生しており、バイク等を人として検知する誤検知などの事例が見受けられる。

■ バイクを人と誤検知（カテゴリー判定ミス）



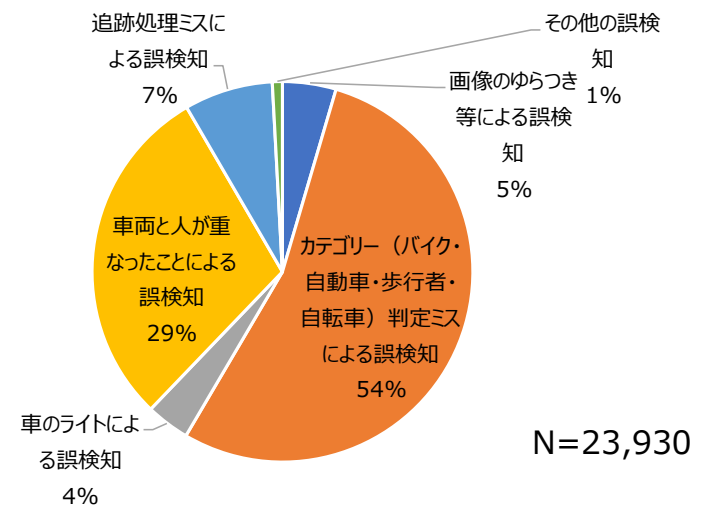
■ 車のライトを移動体として検知



■ コントラストの変化等に伴う追跡処理ミス発生による誤検知



■ 誤検知の内訳（地点：天山交差点付近）

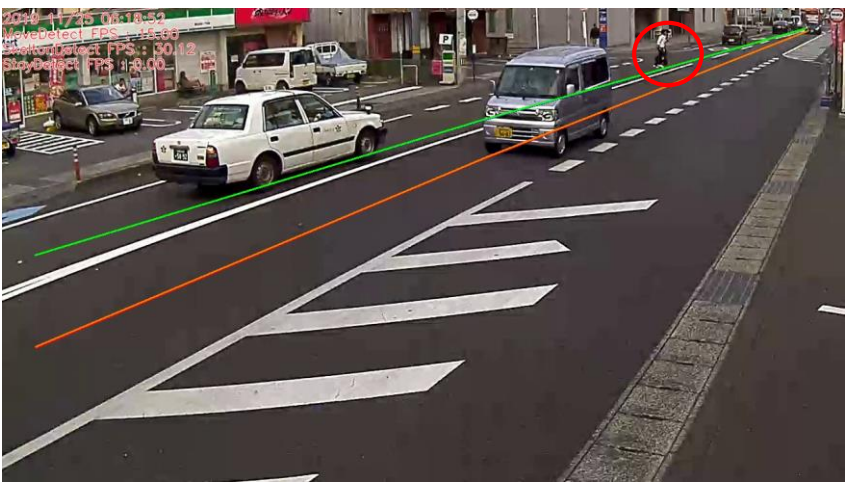


(4) 未検知 (乱横断者がいたのに、検知できなかった) の要因

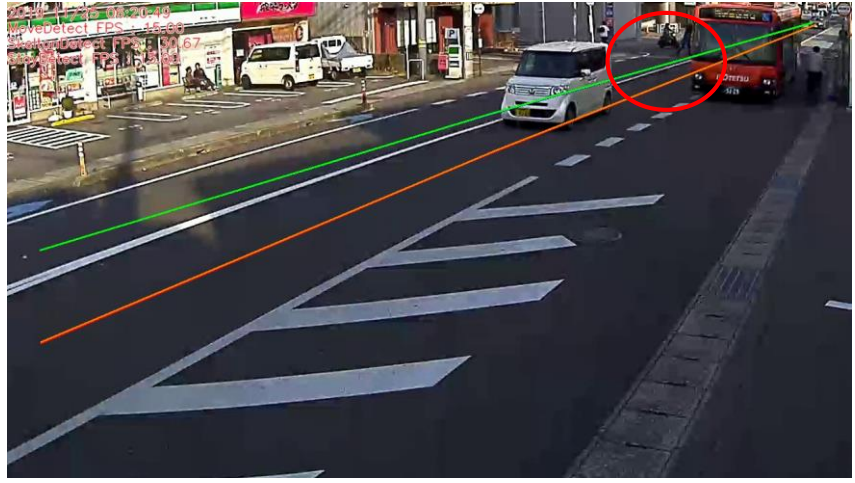


- 未検知の要因として、骨格検知時に、対象人物の大きさが検知可能なサイズを下回っていることによるものが多い。
- また、車両による重なり、夜間の未検知事例も発生。

■ 対象人物の映像中の大きさが検知可能なサイズを下回っている例



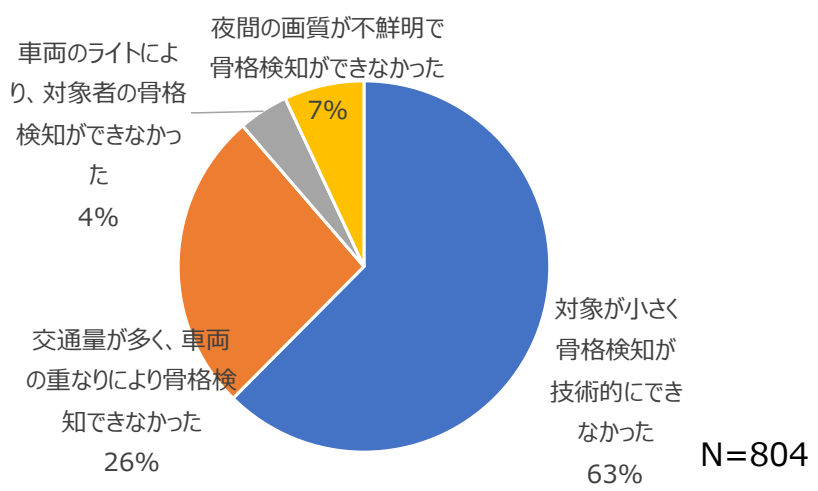
■ 車両と重なった例



■ 車両のライトにより、対象人物部分の画質・コントラストが悪化した例



■ 未検知の内訳 (地点：天山交差点付近)



(5) 得られた知見と次年度以降の取組案



本年度得られた知見

- ▶ 移動体検知では、人・車両の誤検知が多く、乱横断の判定には不向き。骨格検知は、適用できない条件があるものの、対応策を講じることで、高い精度で歩行者を判定できることから、乱横断の検知としての活用は可能。

【課題】骨格検知が適用できない条件が存在

- (1) 対象人物の映像中の大きさが検知可能なサイズを下回る。
⇒対応策：高解像度カメラの導入及び、対象人物が大きく映るようにカメラ位置、画角を設定する。
- (2) 多角線乗り越し時に車両と重なる。
⇒現状、対応が難しい
- (3) 車両のライトにより、対象人物部分の画質・コントラストが悪化する。
⇒対応策：画質の悪い学習データを追加して強化学習すれば、検知率UPの可能性
- (4) 夜間の画質不良、コントラスト不足
⇒対応策：カメラの夜間感度を上げる、路上照明を設置することで改善可能

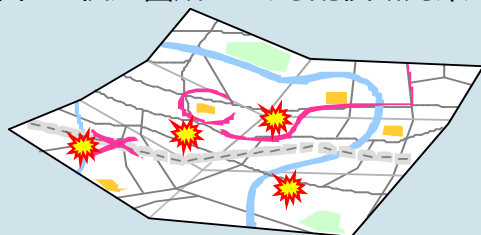
分析可能範囲を限定すること、検知率アップの処置を講じることで、乱横断の検知として利用可能

次年度以降の取組案

- ▶ AIカメラによる乱横断の認識・抽出の精度の確証（分析可能範囲）が得られたため、次年度以降、管内の直轄国道を対象にAIカメラによる乱横断の実態を調査し、乱横断多発マップを作成するとともに乱横断多発箇所への対策として、2段階横断施設を検討する。

乱横断多発マップの作成

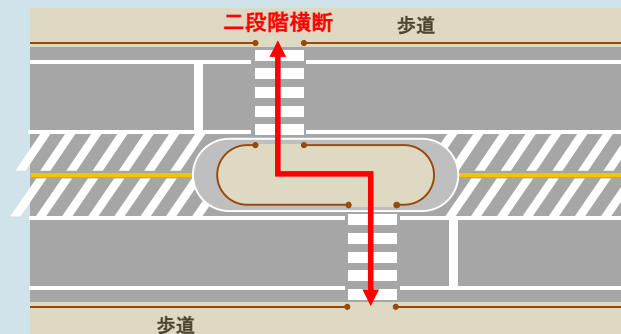
- ・管内の直轄国道における乱横断多発箇所の把握
- ・乱横断多発マップを作成し、ドライバーへの注意喚起や2段階横断施設も含めた個別箇所における乱横断対策の検討



乱横断多発マップのイメージ

2段階横断施設の検討

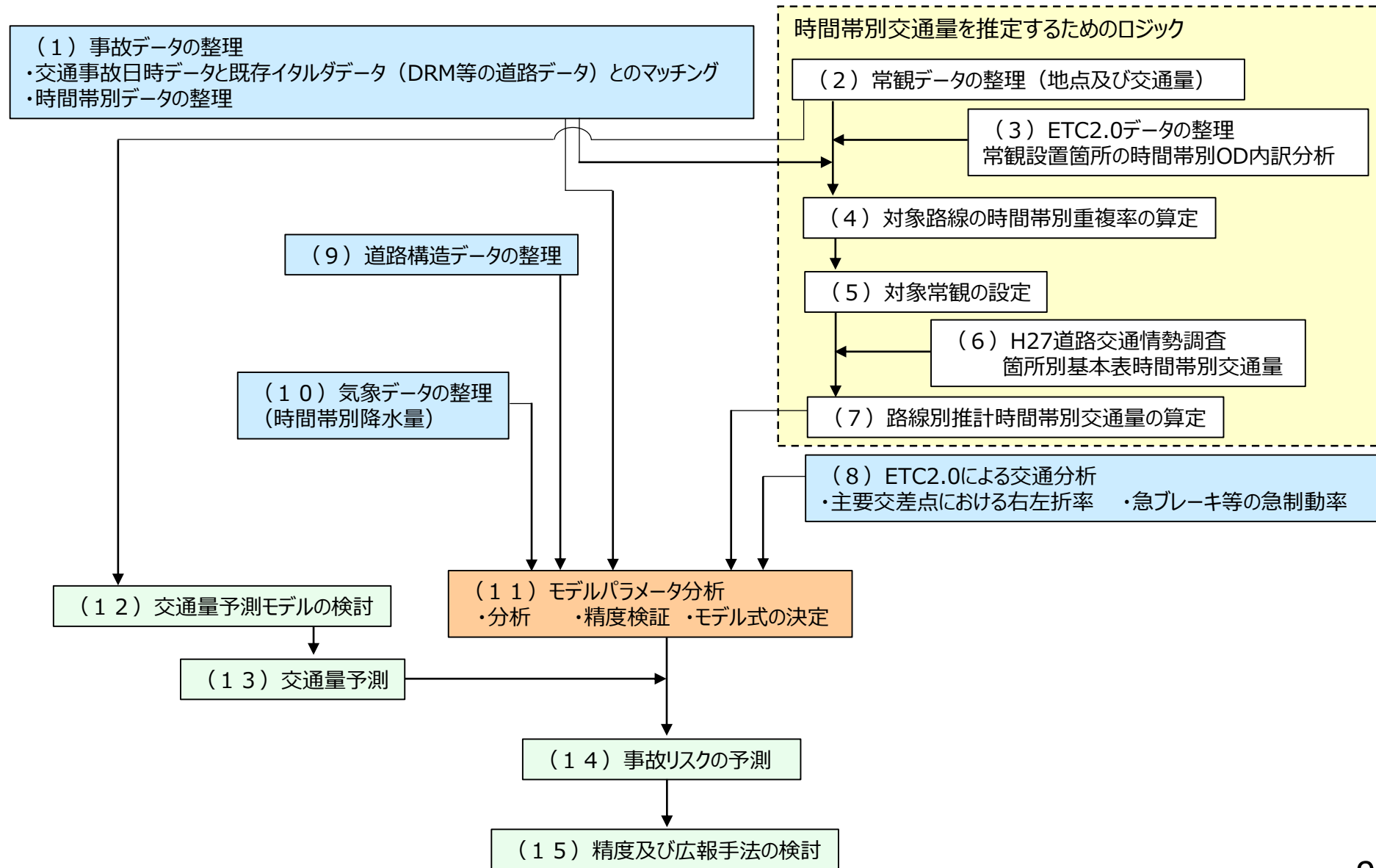
- ・2段階横断施設の設置場所
- ・交通島における人の存在をドライバーに提供





3. 横展開可能な車両事故リスクモデルの高度化

・四国管内各地域及び全国においても展開可能な車両事故リスクモデルの高度化の検討を行っている。



(1) 事故リスクモデルの検討内容



- ・松山市内で最も事故が発生している国道11号の1区間について、回帰分析に必要な日別・時間帯別データを整理し、ロジスティック回帰分析を実施したもののデータが細かすぎた影響もあり有意なモデルが得られなかった。
- ・データ集約及びモデルの見直しに加え、AIを活用した分析手法も視野に再度検討中。



H25～H27の3カ年のうち、データ欠損があるサンプルは除外し、合計12,313サンプルでロジスティック回帰分析を実施

【ロジスティック回帰式】

$$P = \frac{1}{1 + \exp(-(\sum \alpha_n x_n + \beta))}$$

P: 発生確率(0～1)

β: 定数

α_n: 偏回帰係数(n=1,...)

分析結果

・データを細かくしすぎたことで、ETC2.0データのサンプル数が極めて少なくなり、有意な結果が得られなかった。



・データの集約及びモデル式の見直しに加えAIによる手法も視野に、分析方法を再度検討

【説明変数】

推計交通量

上り小型交通量

下り小型交通量

上り大型交通量

下り大型交通量

※H27道路交通情勢調査及び常時観測データから推計

速度

上り速度

下り速度

※ETC2.0データより集計

車両挙動

上り急減速回数

下り急減速回数

上り急ハンドル回数

下り急ハンドル回数

※ETC2.0データより集計

車両経路

上り右折数

上り左折数

上り滞留数

下り右折数

下り左折数

下り滞留数

※ETC2.0データより集計

気象

昼夜

気温

降水量

風速

※気象庁データから集計