

プロジェクト No.2306B

<<行政・団体連携>>
**人工知能を用いた
効率的な事故防止対策に関する研究**

プロジェクトリーダー：早稲田大学 森本 章倫

1. 研究概要

1.1 プロジェクトメンバー

PL	森本 章倫	早稲田大学理工学術院 教授
会員	加藤 一誠	慶應義塾大学商学部 教授
	岩貞 るみこ	モータージャーナリスト
	中村 彰宏	中央大学経済学部 教授
	浜岡 秀勝	秋田大学大学院理工学研究科 教授
	中川 由賀	中京大学法学部 教授 中川法律経営事務所 弁護士
	田久保 宣晃	(公財) 交通事故総合分析センター 研究部 次長
特別研究員	神谷 大介	琉球大学工学部工学科 准教授
	眞中 今日子	流通経済大学経済学部 准教授
	古川 修	(公財) 国際交通安全学会 顧問 電動モビリティシステム専門職大学 学長上席補佐
	倉科 慧大	早稲田大学大学院 修士2年
	西田 泰	
研究協力者	栗原 豊季	早稲田大学 学部4年

オブザーバー：警察庁、警視庁、国土交通省

(株) 建設技術研究所、日本電気 (株)、(株) インフォマティクス

1.2 背景・目的、期待される効果

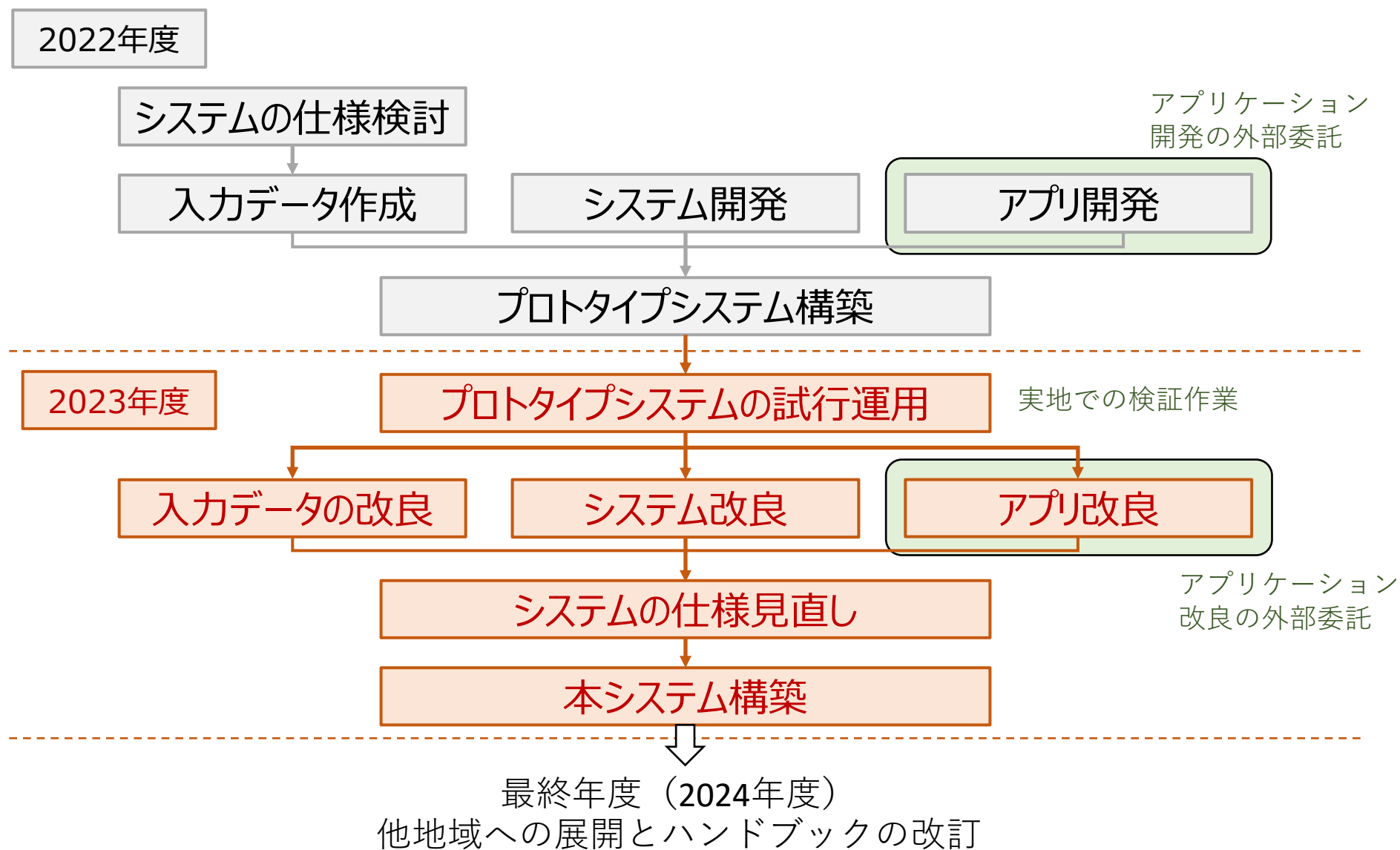
- 第11次交通安全基本計画では、「交通事故抑止に資する交通指導取締りの推進」を重点施策と位置づけ。
- 2021年にデジタル庁が創設。交通安全分野においても標準化などの対応が必要。
- IATSSでは、平成26年から「交通取締りハンドブック」を発行し、交通取締りに関わる関係者への継続的な情報提供を実施。



急速に活用が進む**人工知能AI**を活用した、
事故抑止対策の進展に繋がる基礎的なモデルを開発

汎用的なアプリケーションの開発による多様な地域での展開 や
対策効果の蓄積による地域に根差した対策案の検討 を実現

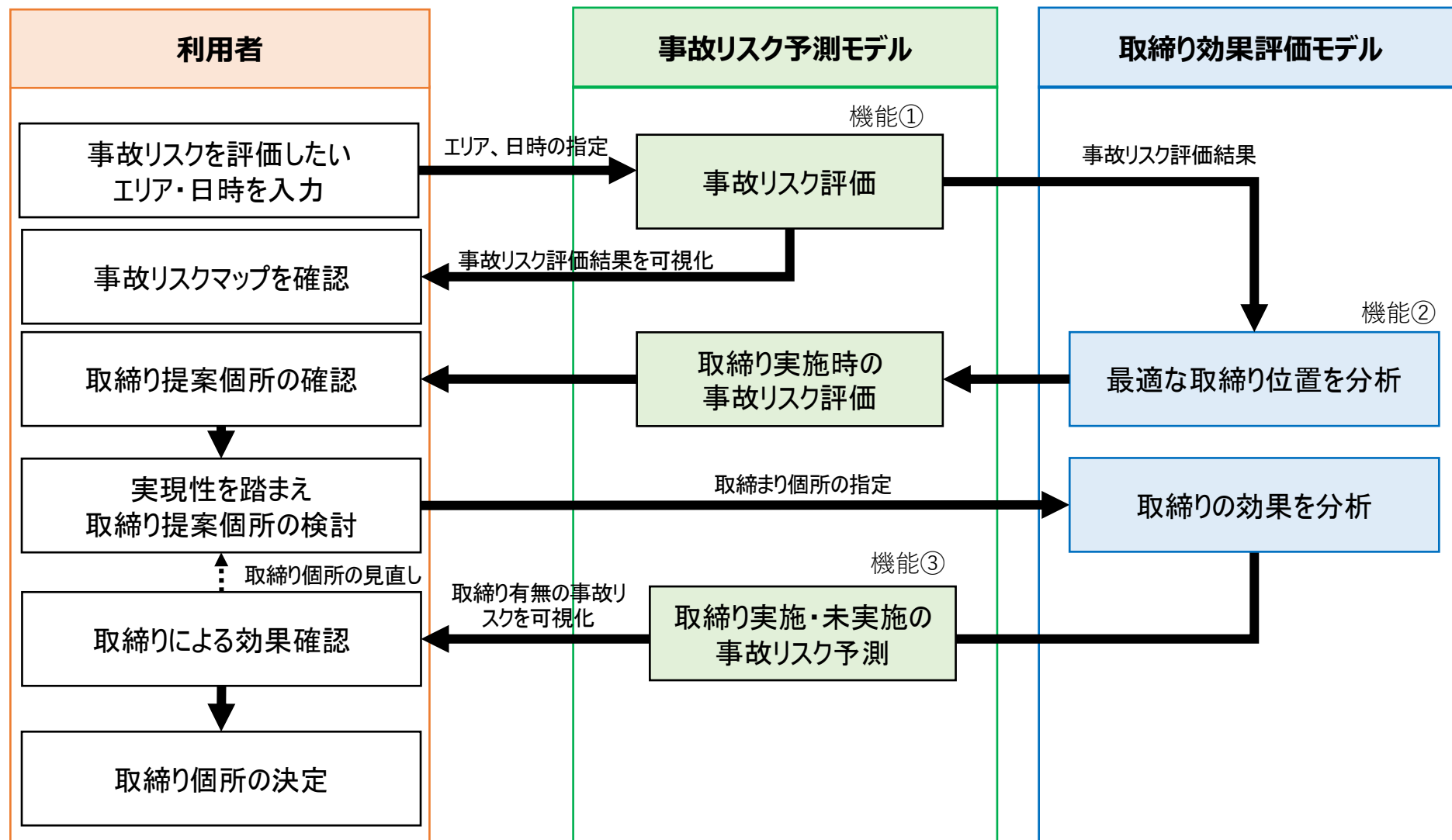
1.3 研究開発のフロー



2. 交通指導取締り活動支援システムの概要

2. 1 交通指導取締り活動支援システムの概要

- 「事故リスク予測モデル」と「取締り効果評価モデル」を組み合わせ、モデルの算出結果を一連で可視化することにより、取締り個所の決定を支援



2.2 取締り活動支援システムの活用イメージ

- STEP①：取締り活動を実施する管轄エリアを選択

①対象の管轄エリア選択

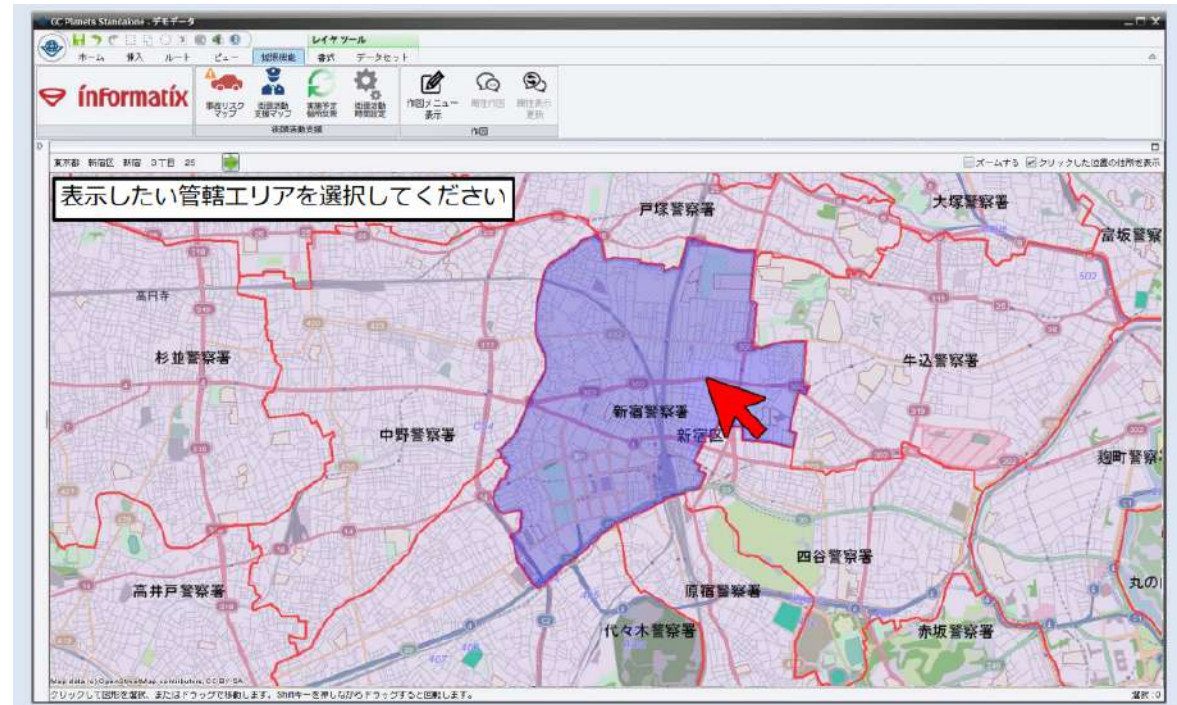
②現状の事故リスクを参照

③必須活動箇所を設定

④予測日の天候を入力

⑤シミュレーション

⑥予測結果確認



2.2 取締り活動支援システムの活用イメージ

- STEP②：選択した管轄エリアにおける現状の事故リスクを表示

①対象の管轄エリア選択

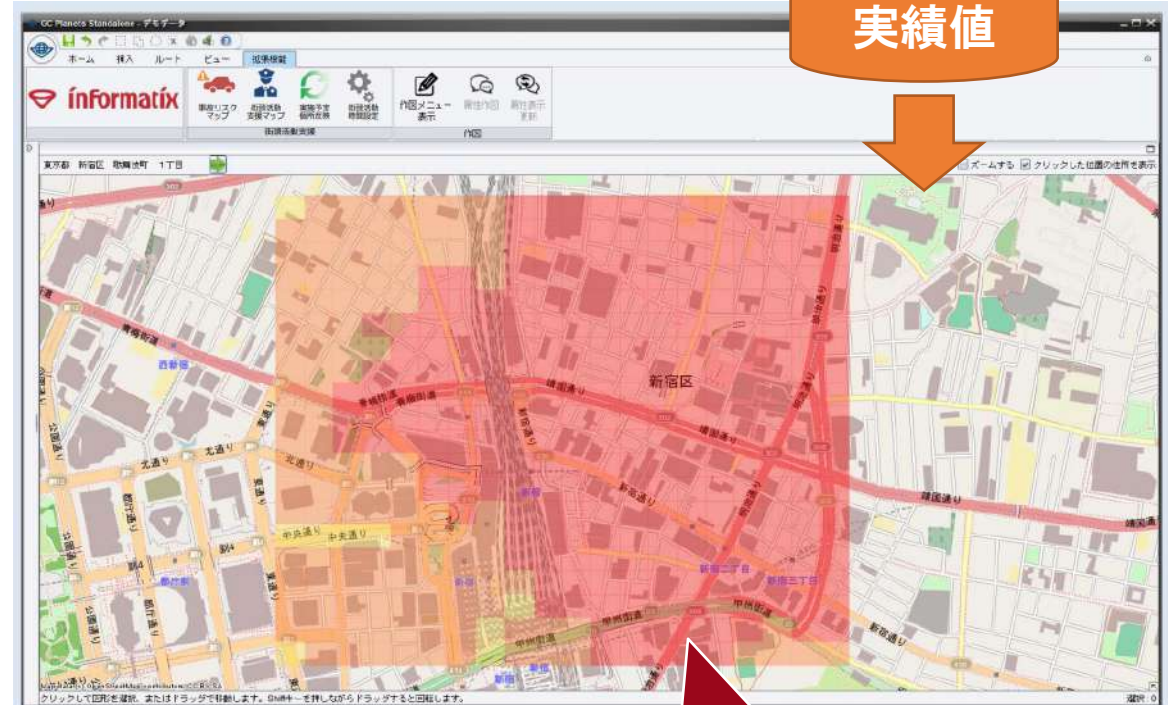
②現状の事故リスクを参照

③必須活動箇所を設定

④予測日の天候を入力

⑤シミュレーション

⑥予測結果確認



色が濃いエリアが
事故リスクが高いエリア

2.2 取締り活動支援システムの活用イメージ

- STEP③：取締り活動を確実に実施する箇所が決まっていれば、事前に設定

①対象の管轄エリア選択

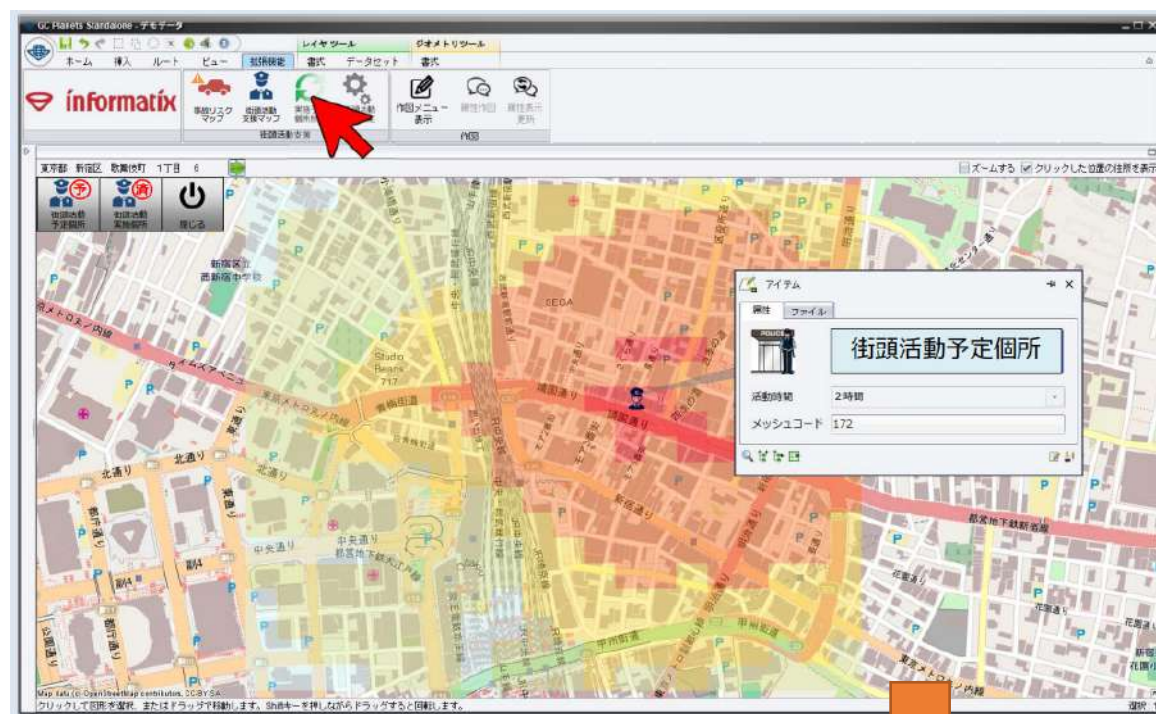
②現状の事故リスクを参照

③必須活動箇所を設定

④予測日の天候を入力

⑤シミュレーション

⑥予測結果確認



予測条件

2.2 取締り活動支援システムの活用イメージ

- STEP④：取締り活動を実施する日の天候を、天気予報等を参考に入力

①対象の管轄エリア選択

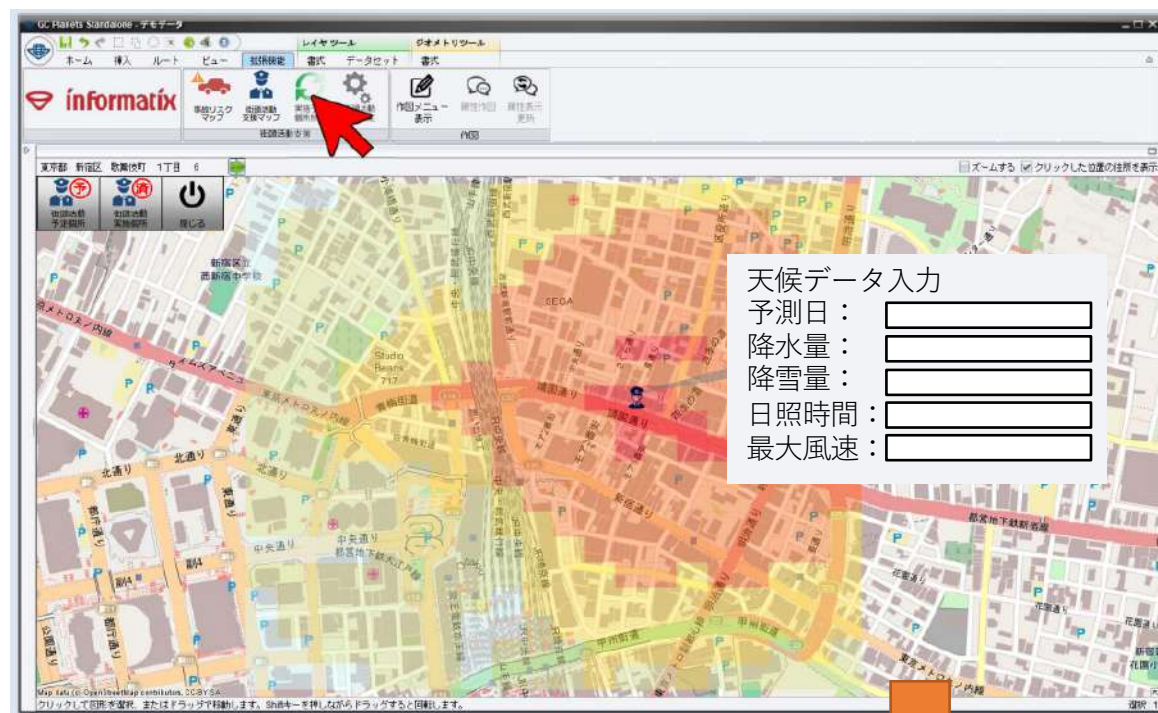
②現状の事故リスクを参照

③必須活動箇所を設定

④予測日の天候を入力

⑤シミュレーション

⑥予測結果確認



2.2 取締り活動支援システムの活用イメージ

- STEP⑤：管轄エリア内で取締り活動を実施した場合の効果を算定

①対象の管轄エリア選択

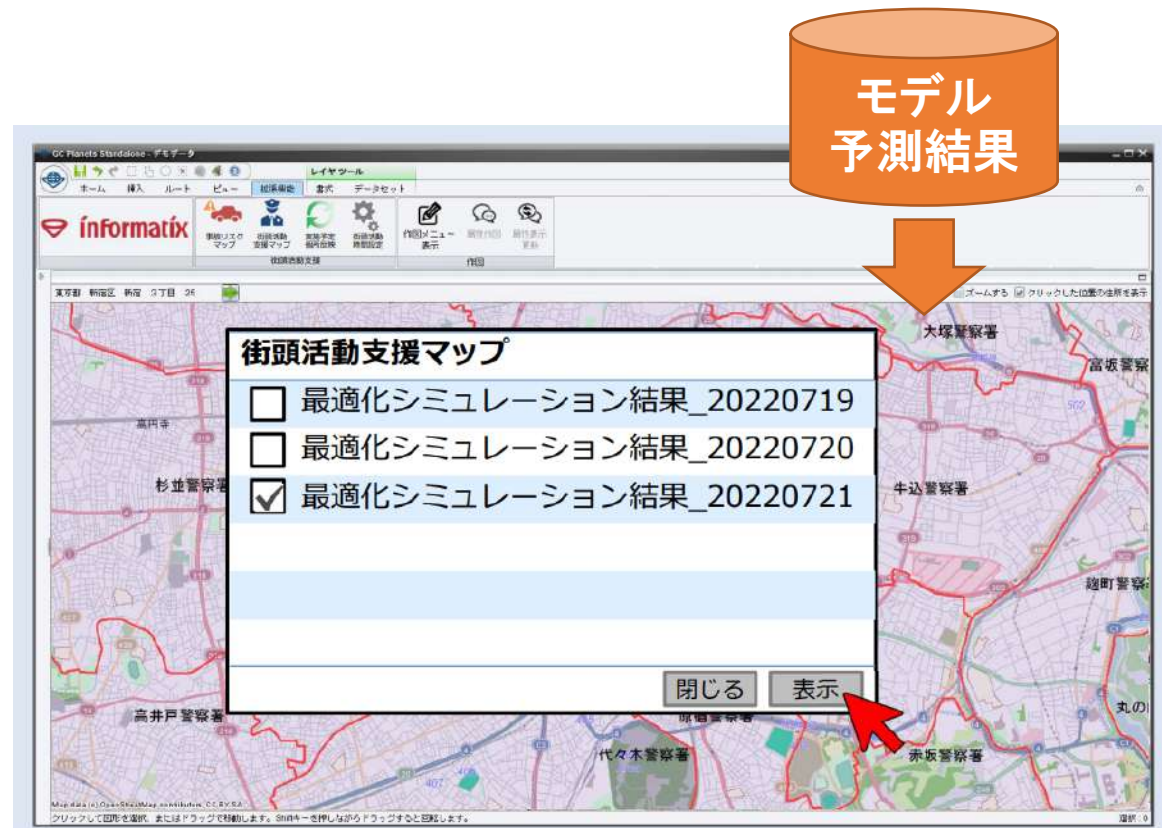
②現状の事故リスクを参照

③必須活動箇所を設定

④予測日の天候を入力

⑤シミュレーション

⑥予測結果確認



2.2 取締り活動支援システムの活用イメージ

- STEP⑥：取締り活動場所を指定すると、そのケースの取締り効果を表示

①対象の管轄エリア選択

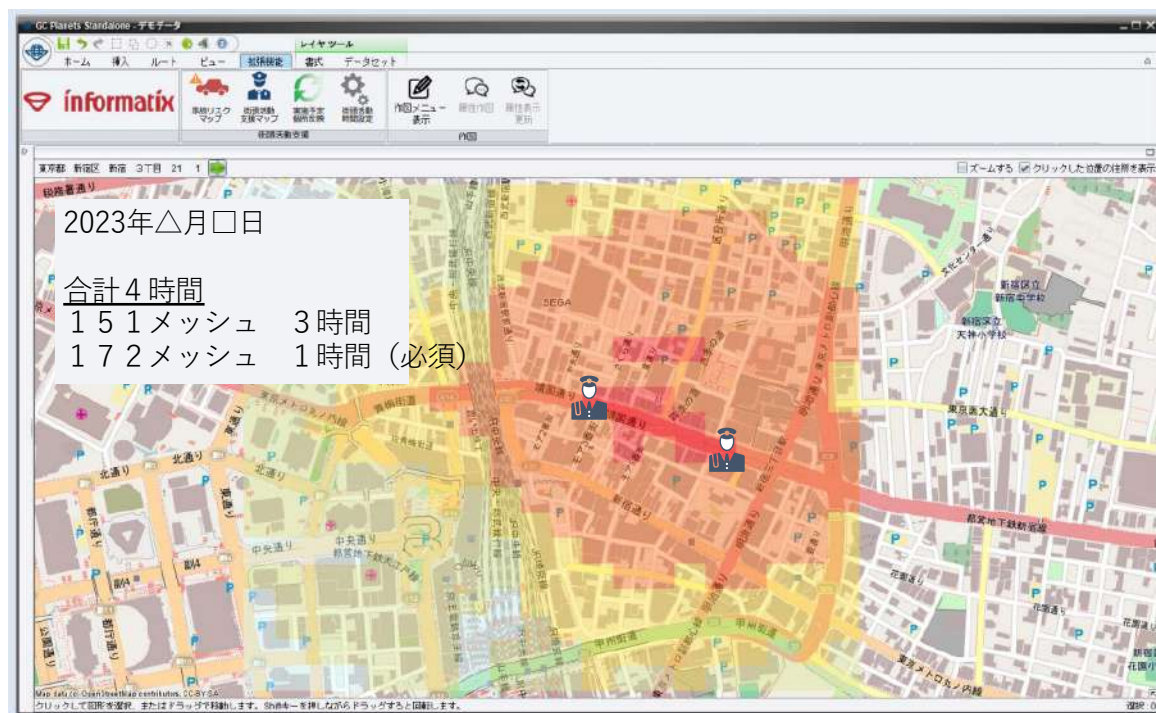
②現状の事故リスクを参照

③必須活動箇所を設定

④予測日の天候を入力

⑤シミュレーション

⑥予測結果確認



- 構築したプロトタイプの支援システムを実際の道路交通の場で検証し、システムの利便性や実務への適応性に関する課題を抽出。

- 2022年度モデルを改善し、基礎的なモデル及びシステムを

3. 基礎的モデルの改良

3. 1 モデルの概要

2022年度開発の交通指導取締り支援モデル

①事故リスク予測モデル

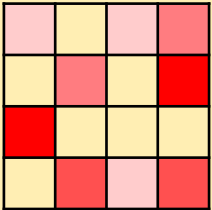
手法：重回帰ベイズ

事故リスク値を
1日・50m単位で予測

目的変数	事故リスク値[件]
	取締り活動値[h]
説明変数	交差点数[個]
	最高速度[km]
	交通量[台/日]

出力データ

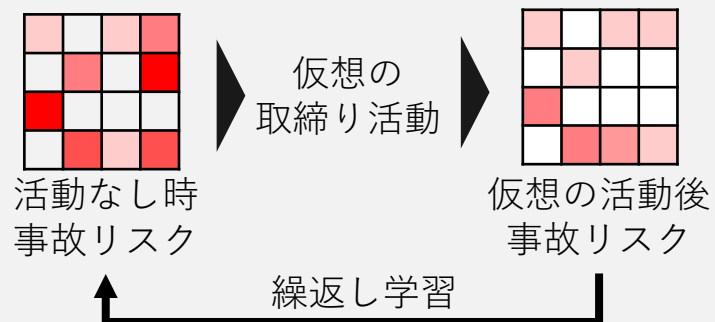
事故リスク予測値

	メッシュ	予測値
	No.1	0.2
	...	...
	No.16	0.7

②取締り活動提案モデル

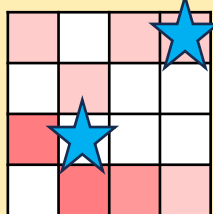
手法：Deep Q-Network

事故リスク値の**減少量**を
最大化させる取締り活動を提案



出力データ

最適な街頭活動場所・時間

	メッシュ	活動時間[h]
	No.4	2
	No.10	1

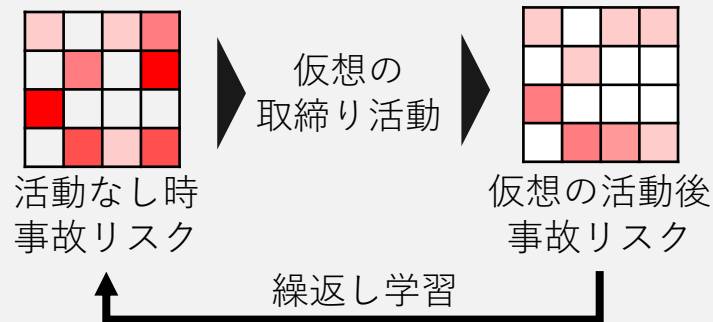
3. 2 改良内容

- 取締り活動提案モデルに対する改良を実施。モデルへの反映を行った。

②取締り活動提案モデル

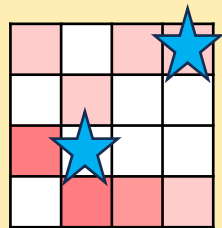
手法：Deep Q-Network

事故リスク値の**減少量**を
最大化させる取締り活動を提案



出力データ

最適な街頭活動場所・時間



メッシュ	活動時間[h]
No.4	2
No.10	1

改良に向けた着目点

- 複数時間の活動算出時に1か所での計算結果が集中
→正解値とモデルの算出値が不一致
- 収束が難しいモデルであった



3点を実施

- **報酬の見直し**
→事故リスク値の減少量に加えて、交通量を考慮した報酬を追加
- **ハイパーパラメータの見直し**
→パラメータの感度分析を実行
- **方策の見直し**
→学習を行うルールを変更

3.3 改良結果

(1) 報酬の見直し

- 幹線道路・幹線道路同士の交差点といった交通量集中地点に対して，外生的にポイントを加算

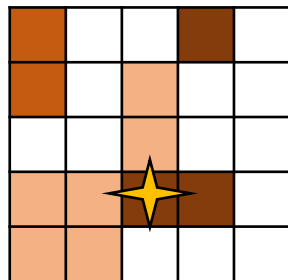
地点固有の報酬

幹線道路	: +0.5
幹線道路同士の交差点	: +0.5
道路占有率が0%	: -1.0
対象警察署管轄エリア外	: -1.0

これまで

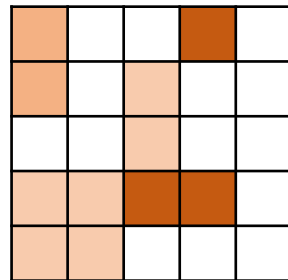
$$\text{報酬(reward)} = \text{risk0} - \text{risk1}$$

Before 取締り



事故リスク値 (risk0)
☆：取締り活動実施箇所

After 取締り

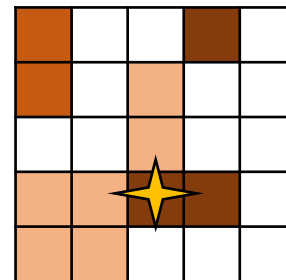


事故リスク値 (risk1)

変更後

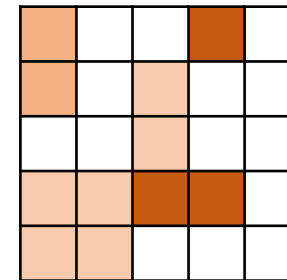
$$\begin{aligned} \text{報酬(reward)} &= \text{risk0} - \text{risk1} \\ &+ \text{地点固有の報酬値} \end{aligned}$$

Before 取締り



事故リスク値 (risk0)
☆：取締り活動実施箇所

After 取締り

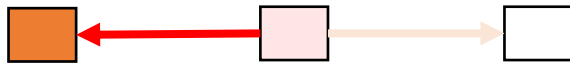


事故リスク値 (risk1)

3.3 取締り活動値の見直し

■各メッシュで1時間活動時のエリア全体に与える事故リスク減少量の分布

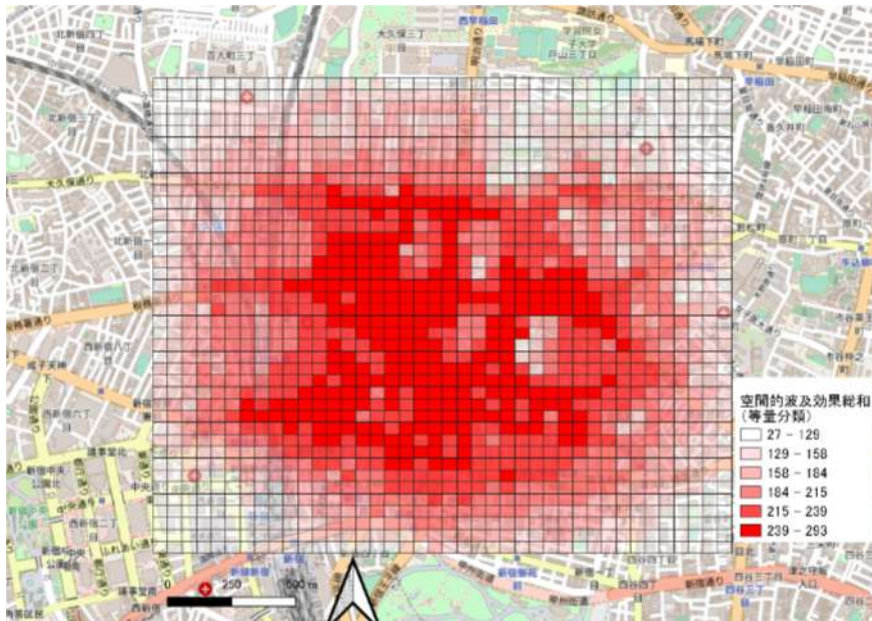
- これまでの「対象エリアの中心部に存在すること」から「幹線道路の接続性」が考慮された波及効果を算出
- 活動の目撃者（交通量）に応じた効果が算出できたと考えられる



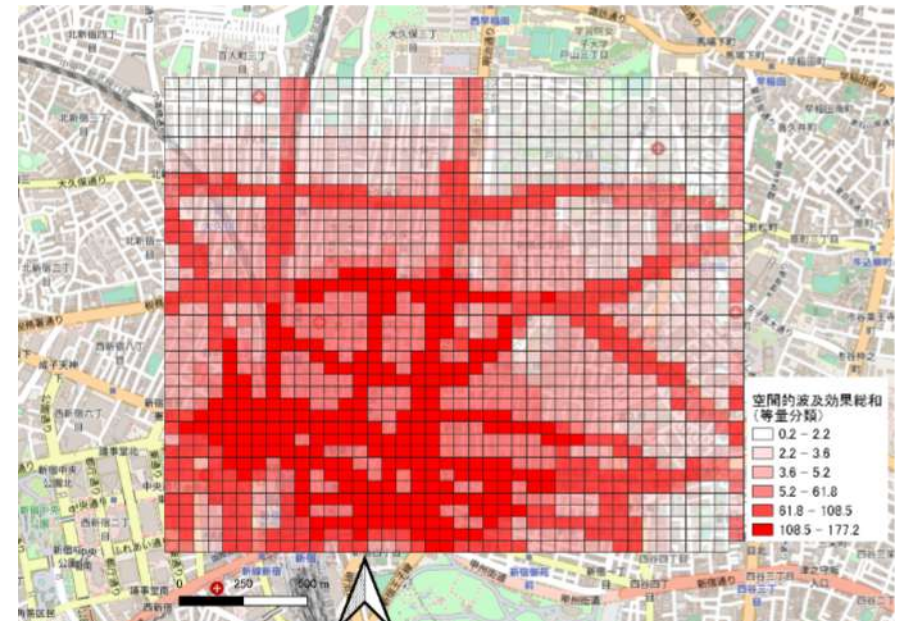
事故削減効果が高い

事故削減効果が低い

既往モデル



波及効果見直し



3.3 改良結果

(2) ハイパーパラメータの見直し

- 感度分析によって適切な値を設定.

経験再生

パラメータ更新時に利用する経験の相関を取り除き、学習を安定させる工夫

limit	記録する学習の上限回数
ignore_episode_boundaries	別エピソードの経験を利用するか

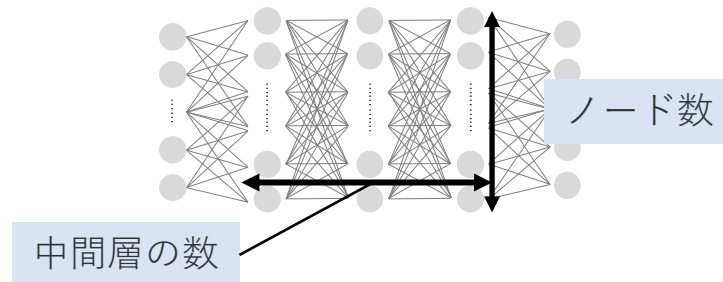
エージェント（学習を行う主体）

行動を行う主体のこと

nb_steps_warmup	学習を行わないウォームアップ期間
batch_size	バッチサイズ
target_model_update	ターゲットモデルの更新方法
enable_dueling_network	Dueling Networkを挿入を行うか

ニューラルネットワーク

行動価値関数の近似（Q 値）の推定を行う



方策（Policy）

行動を選択する際の方針

ϵ	ランダムな行動選択確率
------------	-------------

3.3 改良結果

(3) 方策の見直し

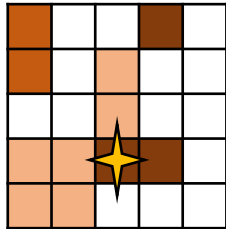
- 利用者が希望する活動箇所数に合わせて，計算対象を変更するよう学習ルールを変更。

利用者が**活動時間・活動箇所数**を入力（未定も可）

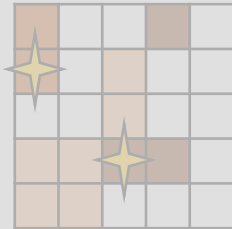
これまで

効果が最大のメッシュを選択する方策のため、
1か所複数時間の活動のみが推薦されやすい

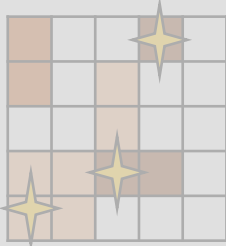
活動箇所 = 1



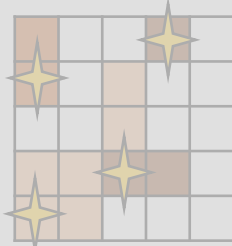
活動箇所 = 2



活動箇所 = 3



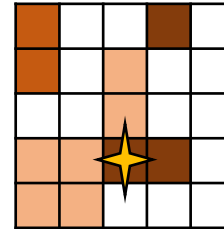
活動箇所 = 4



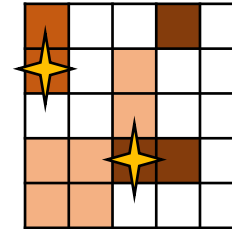
変更後

利用者の入力する活動箇所数によって
推薦対象の活動箇所を変更可能

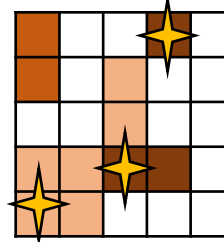
活動箇所 = 1



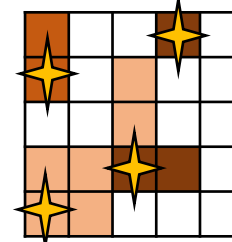
活動箇所 = 2



活動箇所 = 3



活動箇所 = 4

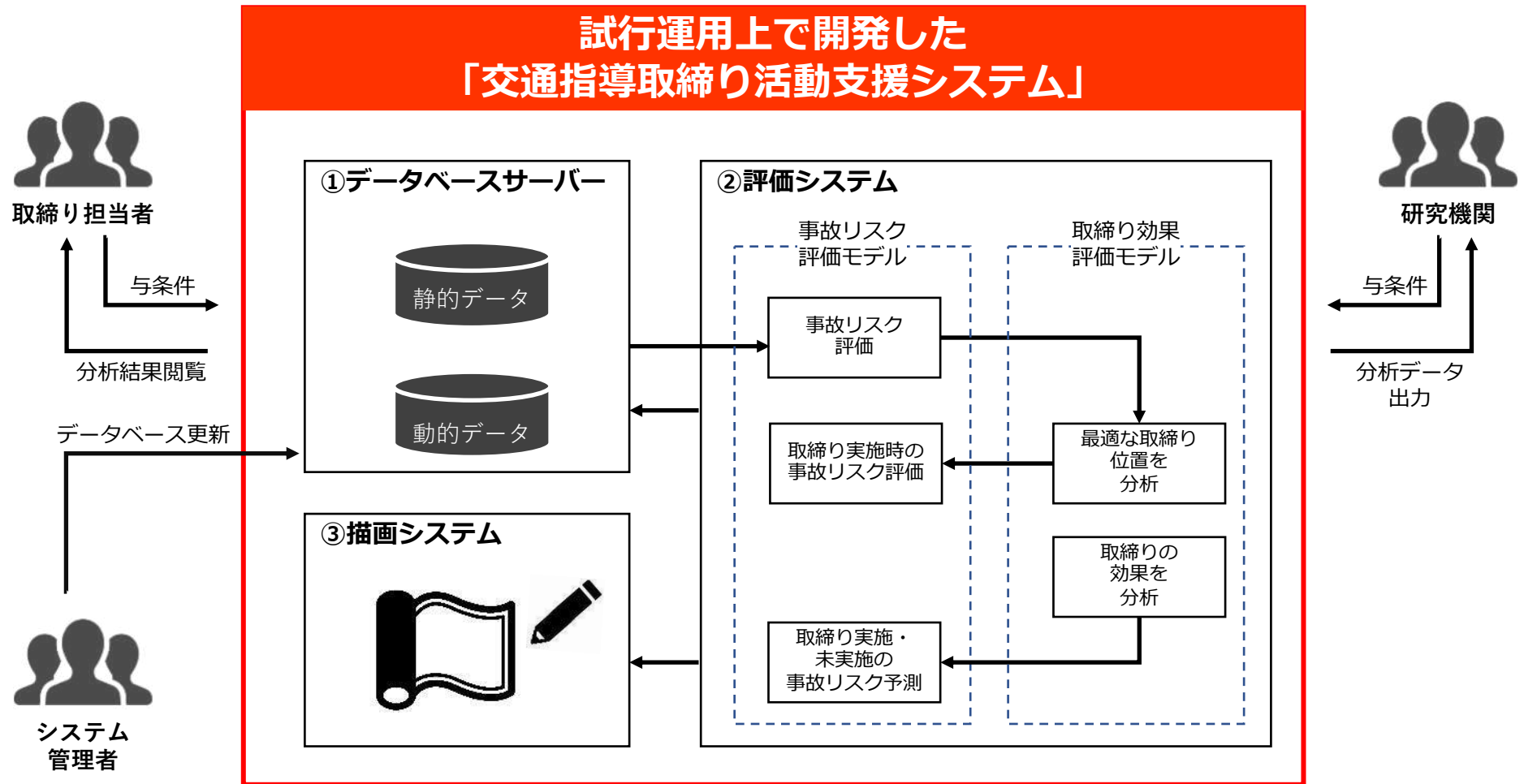


4. 交通指導取締り活動支援システムの 試行運用

4. 1 試行運用のシステム概要

(1) システム概要

①システム概要図



4. 1 試行運用のシステム概要

(1) システム概要

②取締り実施効果確認手順



②分析データ抽出手順



4.2 試行運用の実施概要

(1) 実施目的

- 交通指導取締り活動支援システムの開発に向け、プロトタイプシステムを構築した。
- 新宿署のご協力のもと、プロトタイプシステムを試行運用し、システム導入による効果検証に加え、モデルの改良やシステムの仕様見直しに向けた検証を実施する。

(2) 実施箇所

- 新宿警察署
- 試行運用対象エリアは次ページ参照

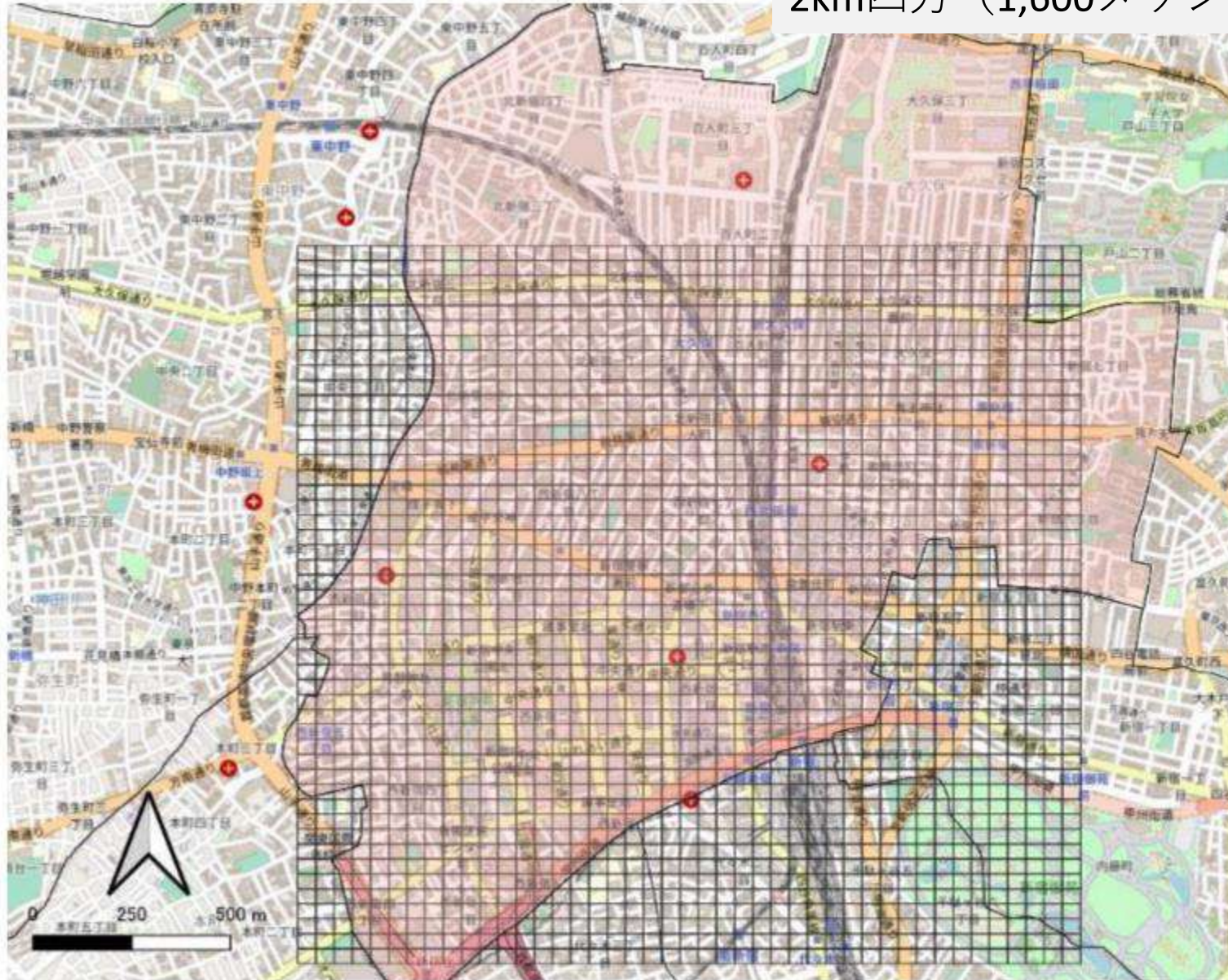
(3) 実施期間

- 令和5年10月2日（月）～10月31日（火）
- 9月29日（金）に機材の設置、操作レクを実施し、10月2日（月）から試行運用を開始
- 11月1日（水）に機材を撤収、併せてヒアリング調査を実施

4.2 試行運用の実施概要

(4) 試行運用対象エリア

2km四方 (1,600メッシュ)



4.2 試行運用の実施概要

(5) 使用機材

No	機材	備考
1	取締り活動支援システム操作用端末	ノートパソコン1台
2	天気予報確認専用端末	ノートパソコン1台（警視庁所有端末）
3	簡易版運用マニュアル	別添資料参照

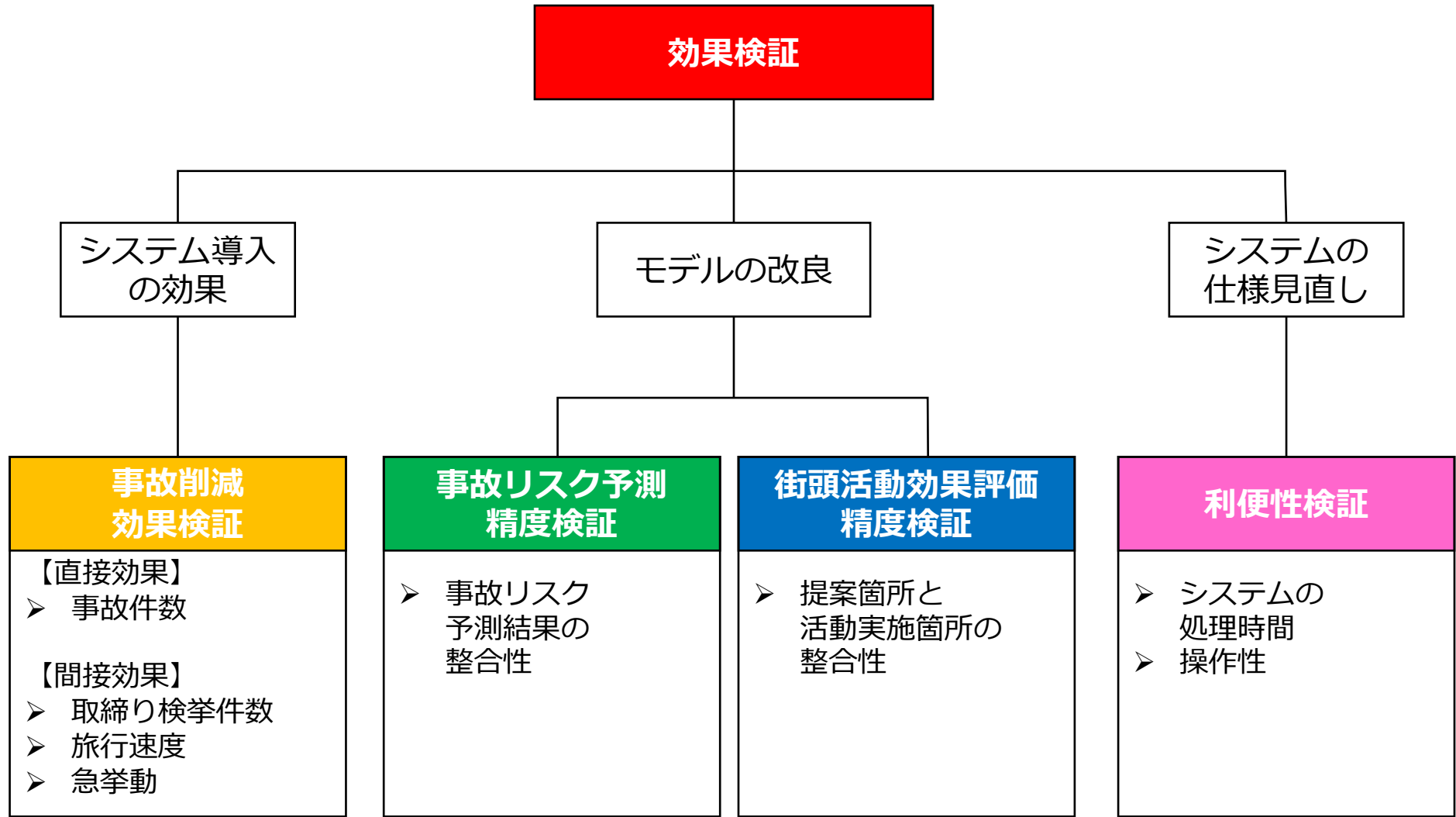


設置イメージ



操作レク説明資料
(簡易版運用マニュアル)

4.3 検証項目



4.4 効果検証

(1) 事故削減効果検証

a) 事故件数

現状入手している2023年事故データは速報値であり，2022年と比較しても件数が著しく少ない．今回は速報値を使用した分析イメージを報告．

試行運用期間中の事故：18件

2022年 [件]

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
人対車両	5	6	8	6	9	11	5	7	12	6	10	9
車両相互	19	13	20	16	16	17	31	31	19	23	32	26
車両単独	1	1	3	0	0	1	0	2	4	2	1	1
合計	25	20	31	22	25	29	36	40	35	31	43	36

2023年 [件]

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
人対車両	2	10	8	6	5	8	6	3	2	6	-	-
車両相互	15	13	21	14	11	13	13	11	16	11	-	-
車両単独	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	-	-
合計	17	24	30	20	17	21	20	14	19	18	-	-

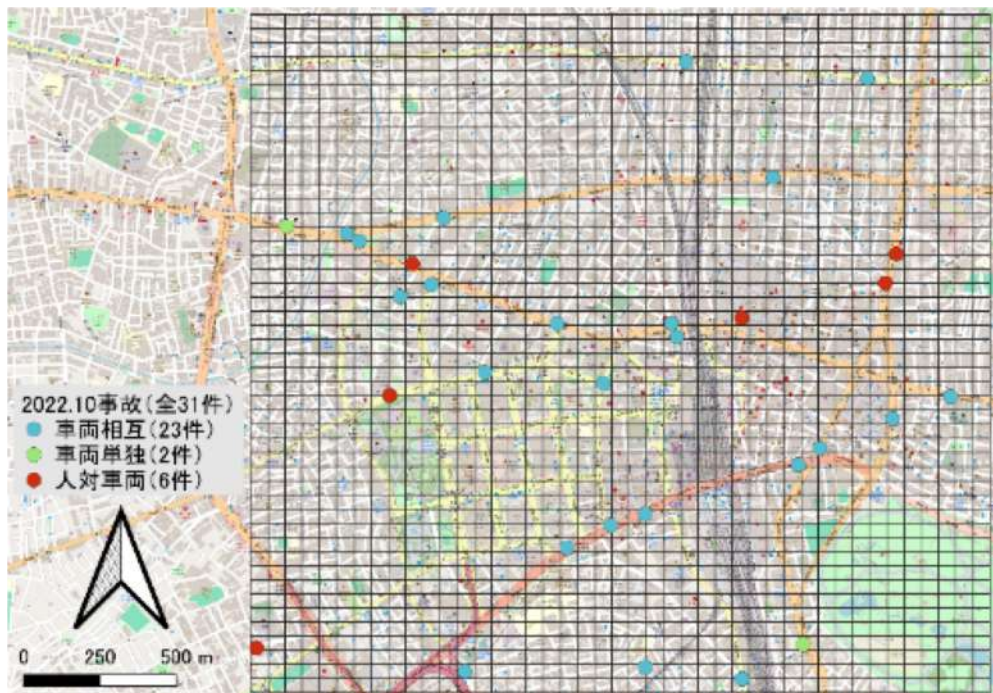
4.4 効果検証

(1) 事故削減効果検証

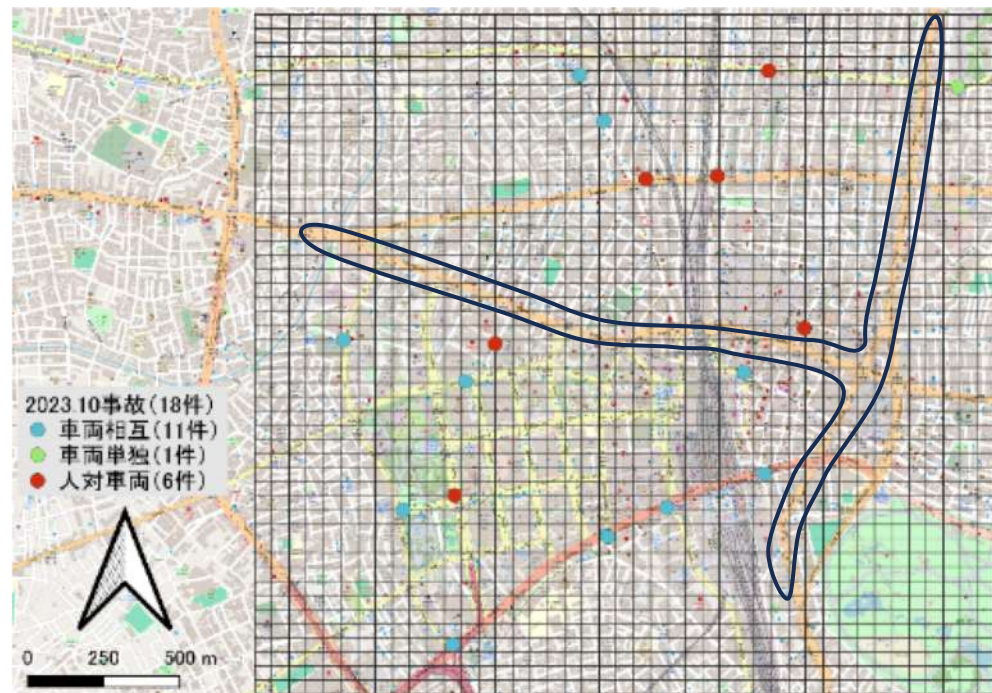
a) 事故件数

明治通り・青梅街道沿いでの事故が減衰傾向にある可能性が高い。

2022.10



2023.10



4.4 効果検証

(1) 事故削減効果検証

b) 急挙動（ETC2.0プローブ情報）

各月の拡大係数を乗じた件数を集計

2023年データは速報値として9・10月の2ヵ月分から分析

※本資料のヒヤリハット件数は
全て拡大係数を乗じた値

月	1	2	3	4	5	6
2022	953,941	926,462	1,110,166	1,043,251	1,048,242	1,062,208
2023	-	-	-	-	-	-

月	7	8	9	10	11	12
2022	1,100,850	1,079,846	1,067,921	1,100,398	688,902	1,107,623
2023	-	-	1,039,290	1,072,688	-	-

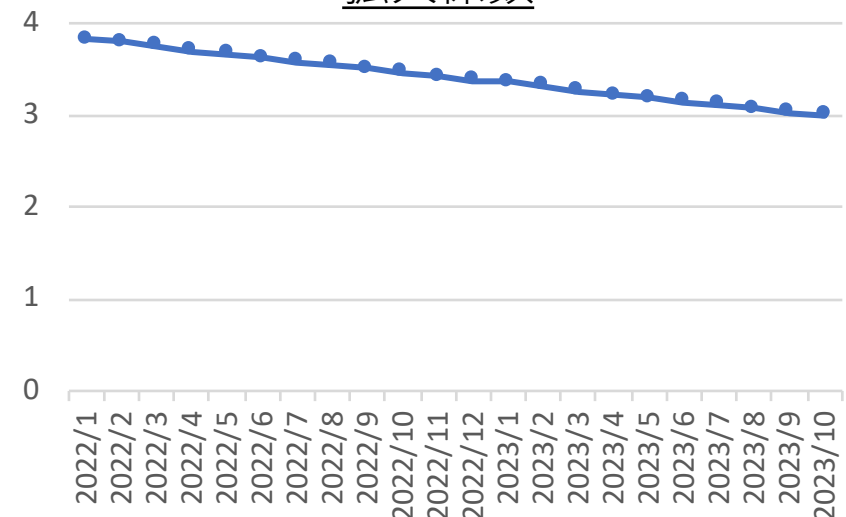
ETCプローブ様式1-4

集計件数 $\equiv$ $\begin{cases} \bullet \text{ 前後加速度-0.25G以下} \\ \bullet \text{ マッチング成功} \\ \bullet \text{ 対象2064mesh内} \end{cases}$



を満たすデータ数

拡大係数



4.4 効果検証

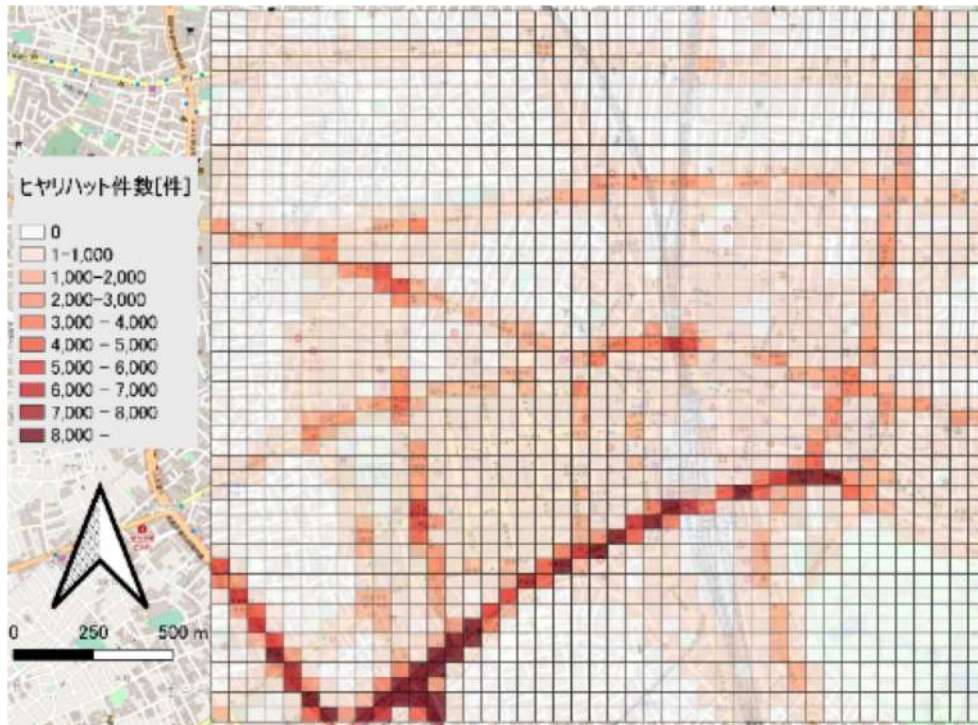
(1) 事故削減効果検証

b) 急挙動 (ETC2.0プローブ情報)

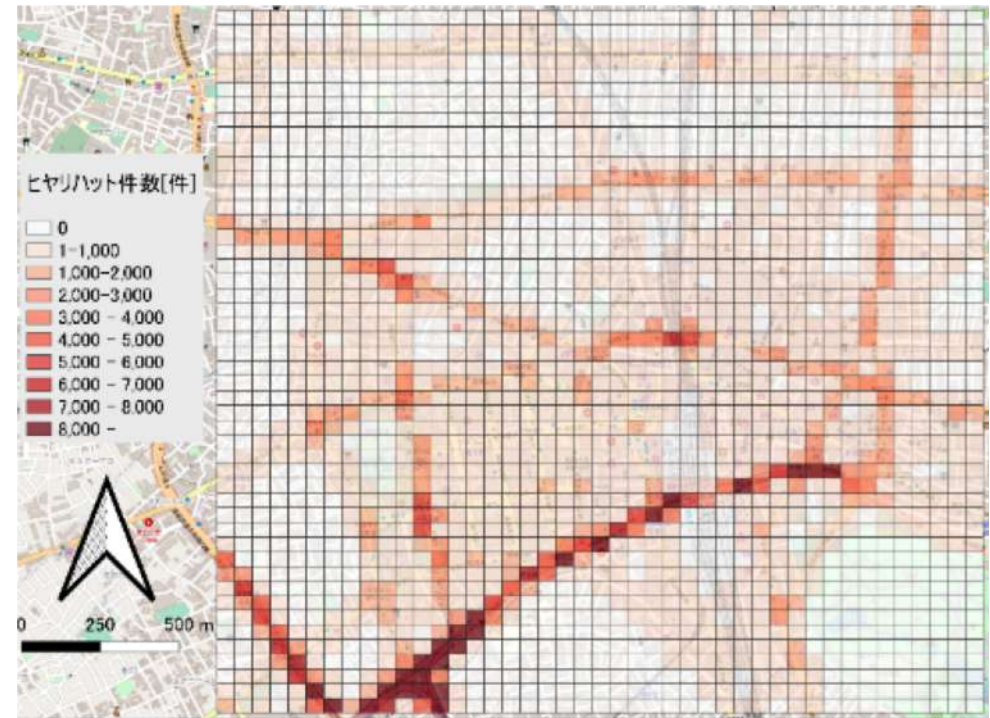
発生件数の比較 (2022.10ヒヤリハット件数、2023.10ヒヤリハット件数)

甲州街道・山手通りといった主要幹線道路で発生しやすい傾向に変化は見られない。

2022.10



2023.10



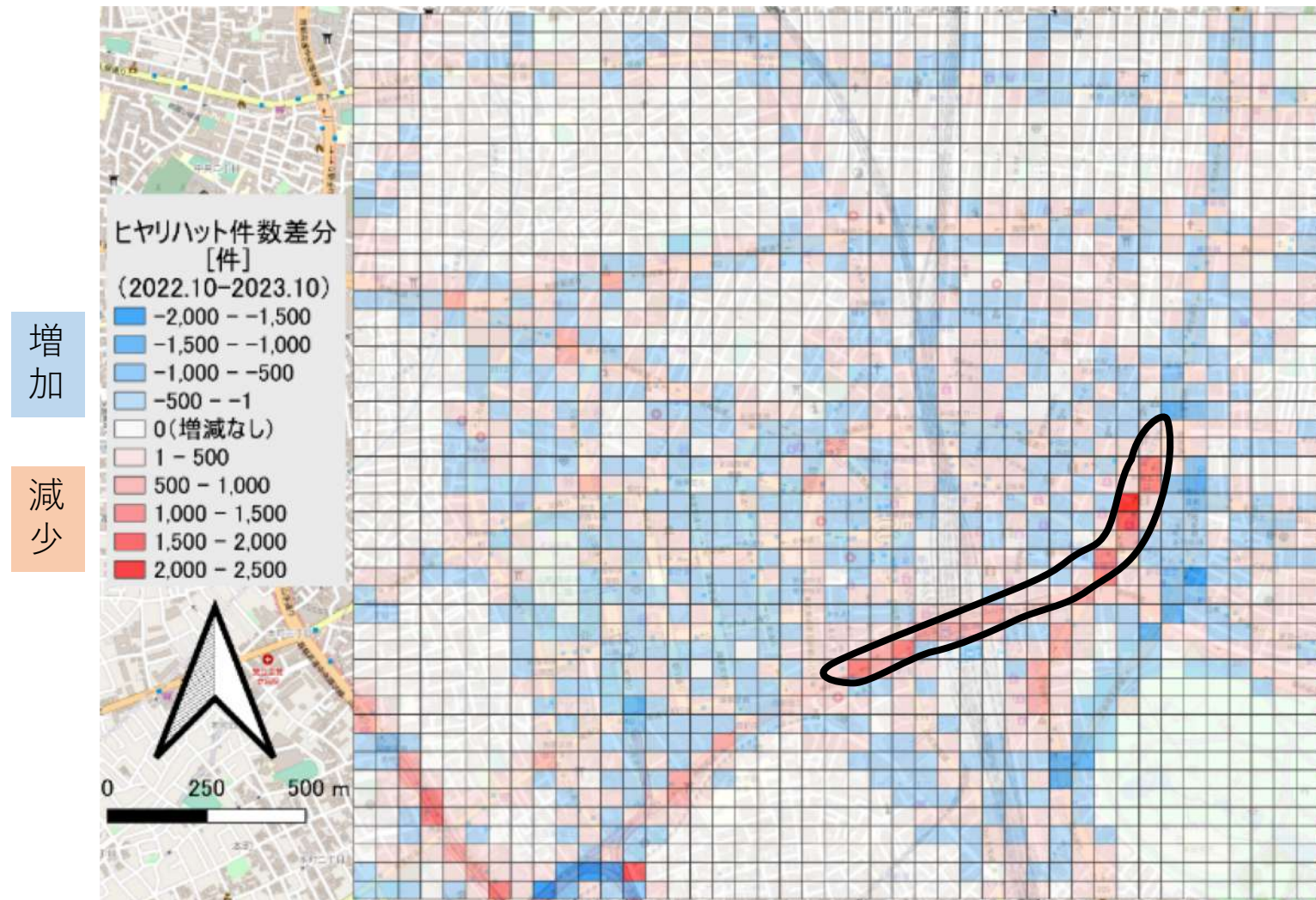
4.4 効果検証

(1) 事故削減効果検証

b) 急挙動 (ETC2.0プローブ情報)

発生件数の差分 (2022.10ヒヤリハット件数 - 2023.10ヒヤリハット件数)

新宿御苑付近の明治通り・甲州街道においてヒヤリハットが連続して減少傾向にある。



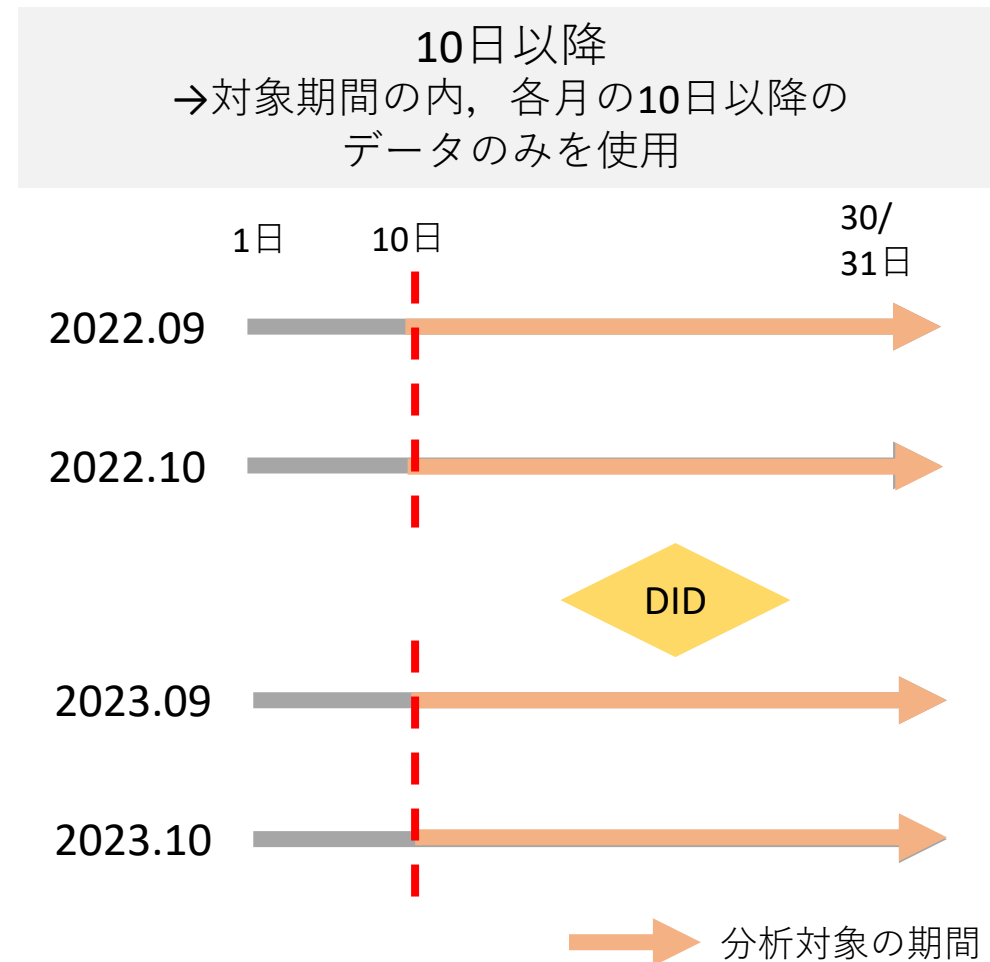
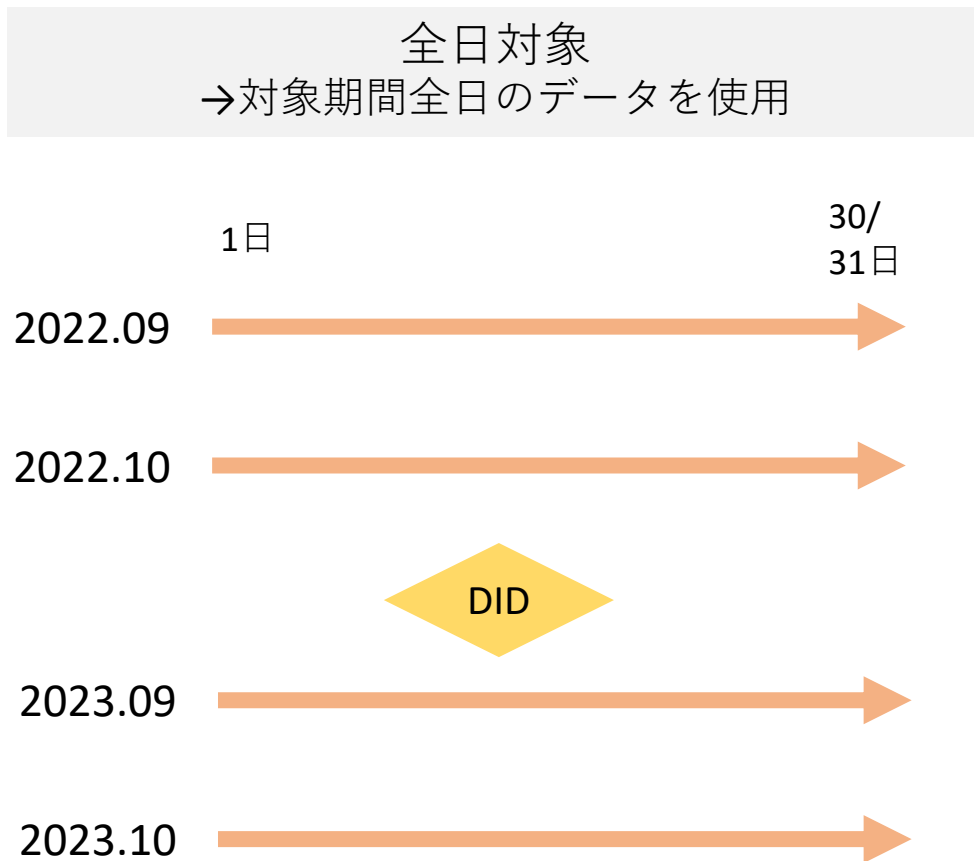
4.4 効果検証

(1) 事故削減効果検証

c) 交通事故・ヒヤリハット件数の差分の差分分析

分析イメージ

- 対象期間を全日と各月の10日以降の2通りで分析.



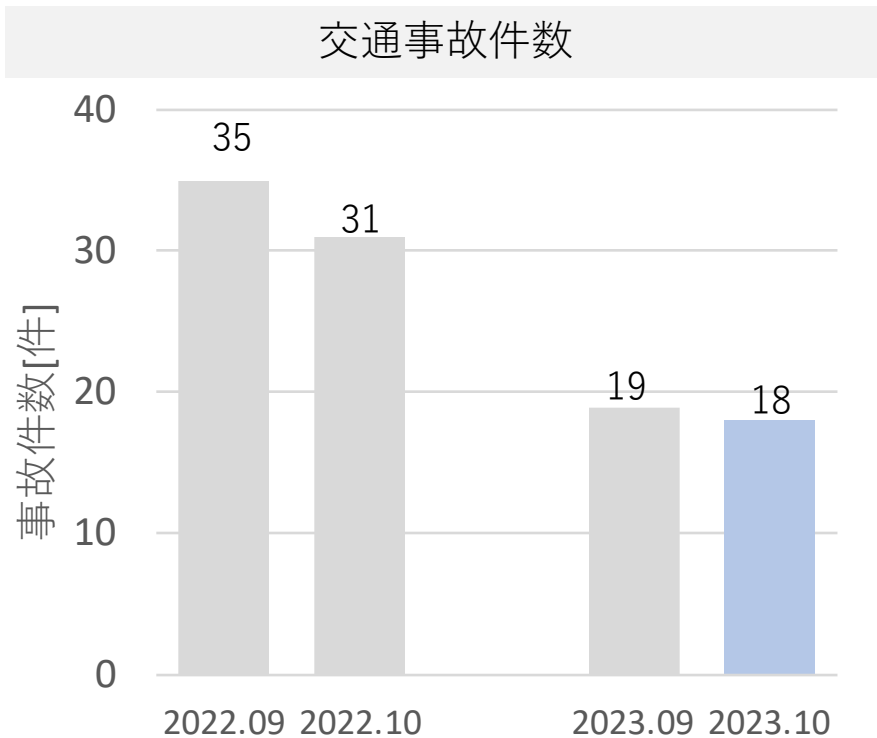
4.4 効果検証

(1) 事故削減効果検証

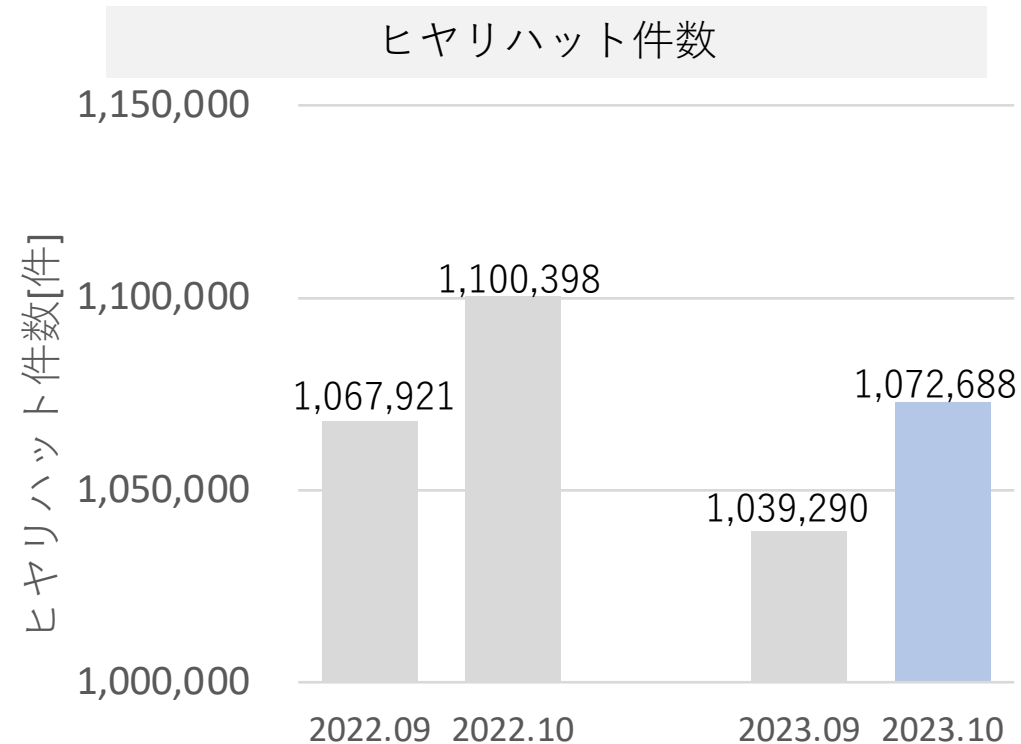
c) 交通事故・ヒヤリハット件数の差分の差分分析

2022年&2023年の9月・10月間の差分の差分分析（全日対象）

- 全日を対象としたDID分析では交通事故・ヒヤリハット件数ともに減少したとは言えない。



[件]	9月	10月	10月-9月
2022	35	31	-4
2023	19	18	-1
	DID		+3(増加)



[件]	9月	10月	10月-9月
2022	1,067,921	1,100,398	+32,477
2023	1,039,290	1,072,688	+33,398
	DID		+921(増加)

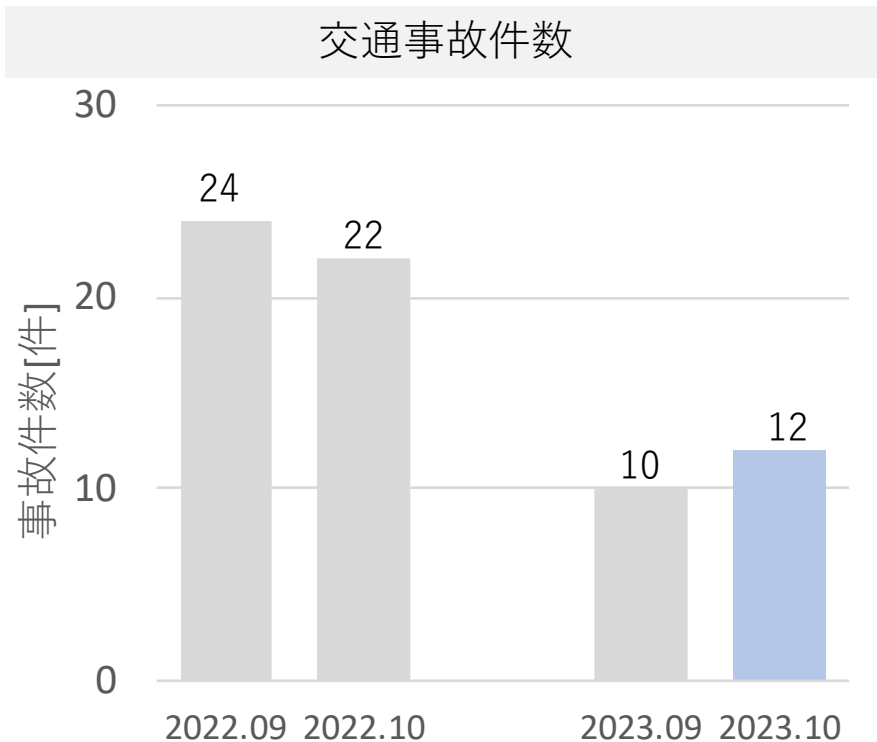
4.4 効果検証

(1) 事故削減効果検証

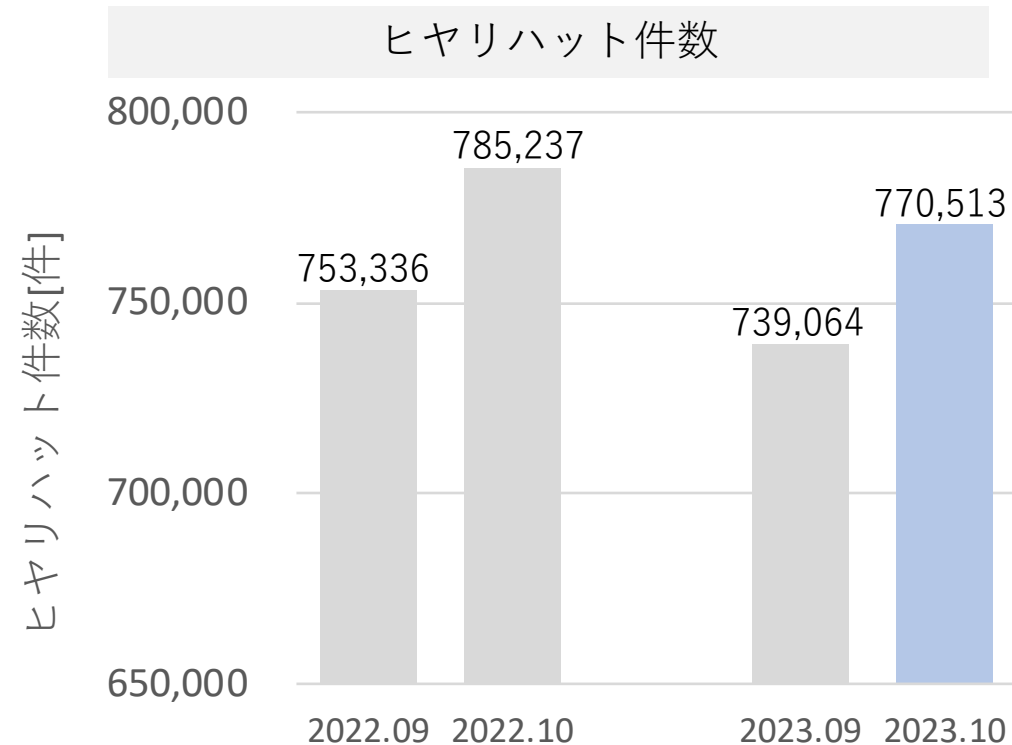
c) 交通事故・ヒヤリハット件数の差分の差分分析

2022年&2023年の9月・10月間の差分の差分分析（各月10日以降対象）

- 10日以降を対象としたDID分析ではヒヤリハット件数に減少傾向が見られた。



[件]	9月	10月	10月-9月
2022	24	22	-2
2023	10	12	+2
		DID	+4(増加)

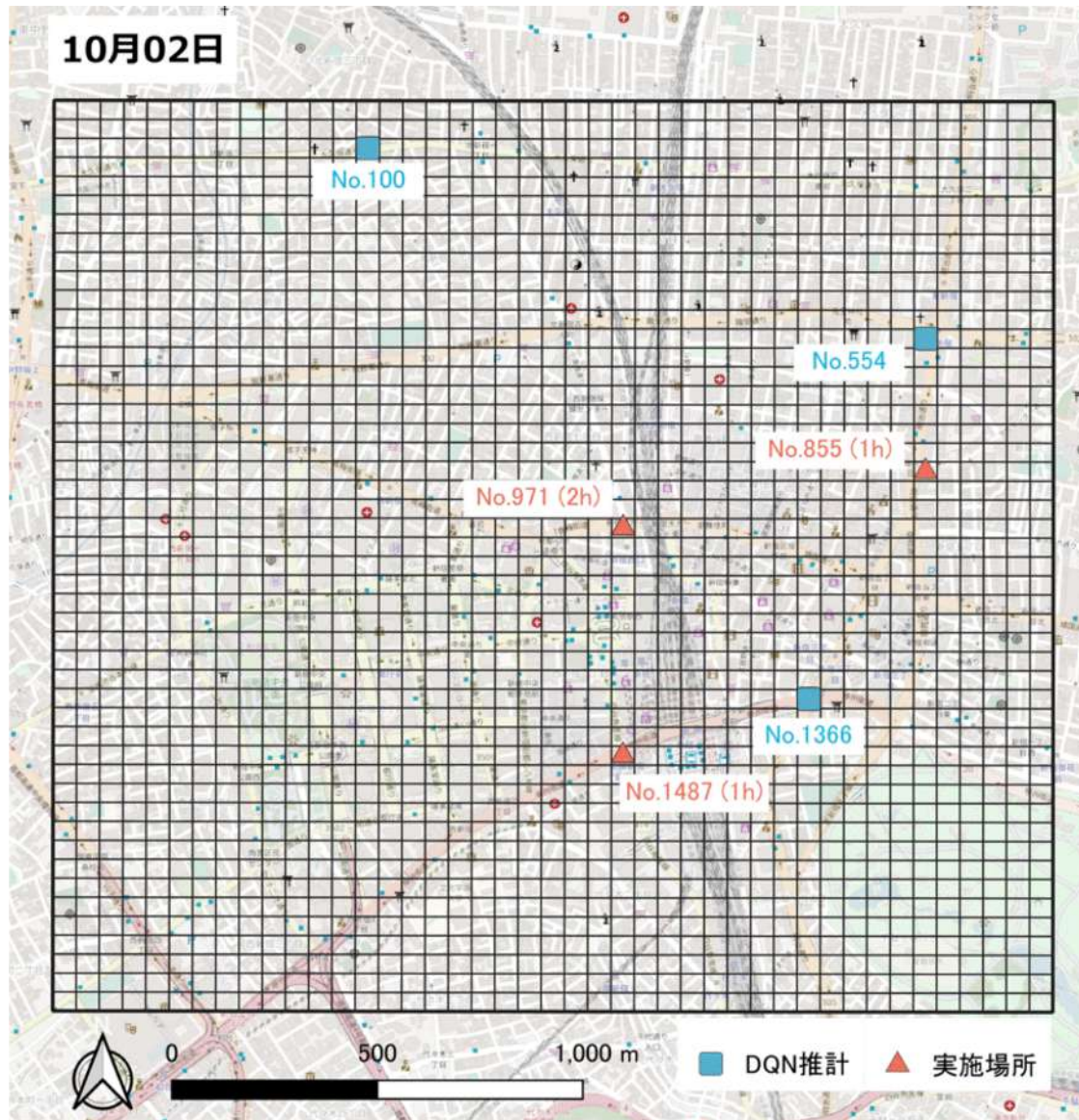


[件]	9月	10月	10月-9月
2022	753,336	785,237	31,901
2023	739,064	770,513	31,449
		DID	-452(減少)

4. 4 効果検証

(2) 街頭活動効果評価精度検証

a) 街頭活動実施記録



4.4 効果検証

(2) 街頭活動効果評価精度検証

b) 提案箇所と実施箇所の整合性検証

- 試行運用中、システムから12か所を提案。うち4か所で実施率100%、6か所で実施率80%以上。
- 甲州街道沿いにおけるシステムからの提案が少なく、警察官の判断によって未提案箇所で実施。

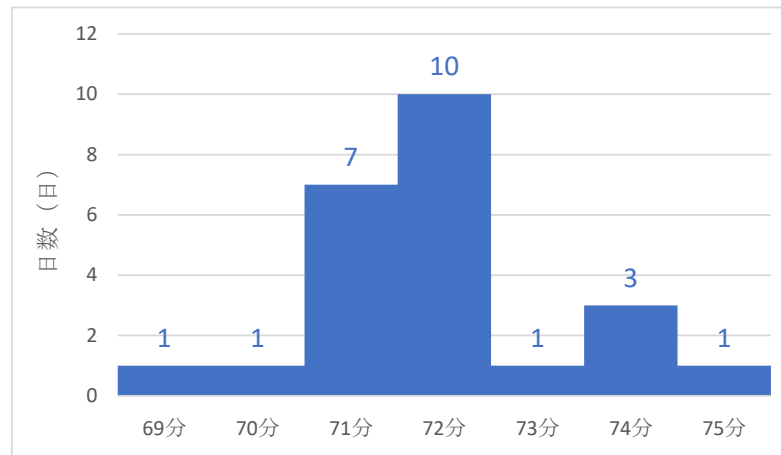
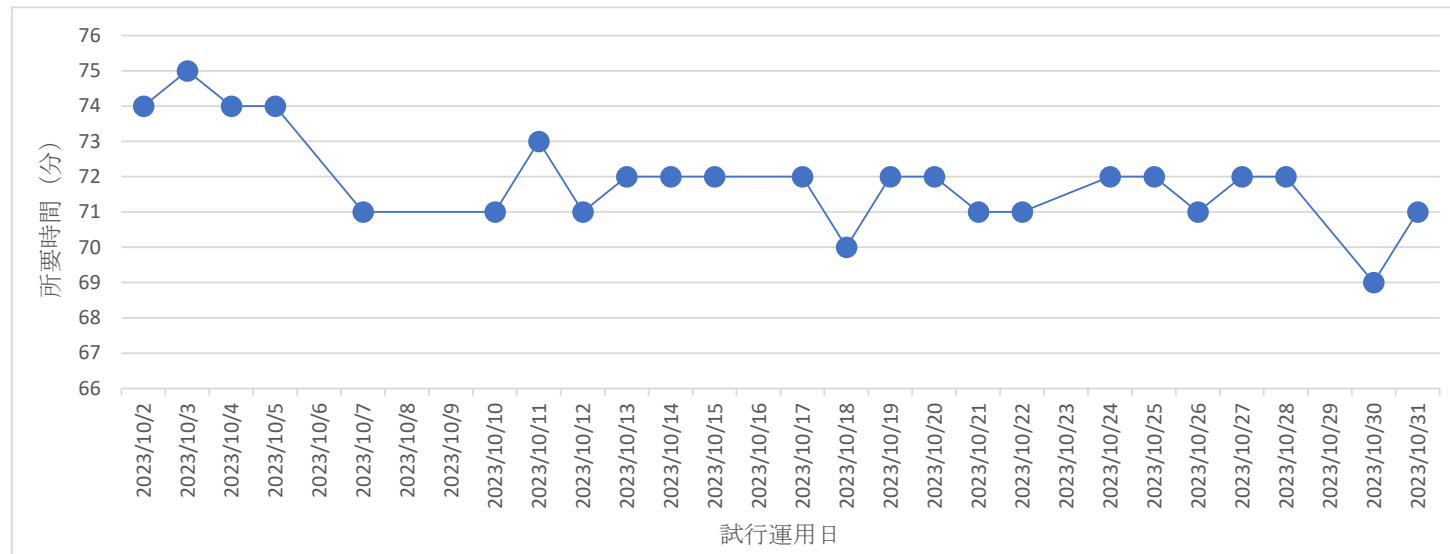
■ 提案箇所での実施率



(3) 利便性検証

a) システムの処理時間

- シミュレーションの所要時間は、**69分～75分**の間に収まっており、ブレが小さい結果。
- **平均71.9分**、最頻値72分、標準偏差1.35分。



統計項目	時間
平均値	71.9分
最頻値	72分
最大値	75分
最小値	69分
標準偏差	1.35分
試行運用日数	24日

4.4 効果検証

(3) 利便性検証

b) 利用者意見

- システムの全体像・方向性については、利用者（警察官）の満足度が高い結果。
- システムの操作性や提案箇所に対して、改善に関する意見・提案を収集。

利便・操作性	○	画面の見やすさ・ 基本的な操作性は満足 できるものであった
	×	- 表示内容について、推奨箇所の住所・交差点名を追加してほしい - 入力が済んだポップアウトを自動で削除するなど、操作数を減らしたい - 使用頻度の高いタブを常時ビンしてほしい
モデルへの意見	○	<u>提案場所について</u> - 主要交差点が提案され、警察の認識ともおおむね一致した - 普段活動しない地点も提案され、警察官のマナー化も防止できた - 序盤と終盤で提案場所が変化し、街頭活動の効果があるように感じた
	×	<u>提案場所に対する意見</u> 提案箇所における事故発生履歴が不明なため、どこに立つかなど詳細は現場判断 活動場所がない地点が提案された - 同一地点が連日提案されると提案に対する納得感が落ちた - 活動を行いたい地点の提案が見られなかった
	その他	<u>追加機能の希望</u> 1週間などある程度まとまった期間の提案であれば使いやすい - 少ない箇所数で同一の効果が得られるなど活動の効率化機能があれば望ましい →検証時は1日4か所に合わせて提案したが、3か所でも同様の効果が得られるなど
感想	-	- 街頭配置を決定する上での参考になり、継続して利用してみたい - 他の警察システムとの連携が取れると使用性が上がると感じた

5. システムの公開方法

5. 1 交通指導取締り活動支援システムの公開方法

2022年度より「人工知能を用いた効率的な事故防止対策に関する研究」プロジェクトでシステム構築に取り組んできた。このシステムは、一般公開前提のため、国際交通安全学会が所有するものとなる予定である。
システム構築は今年度完了するため、来年度からの一般公開にあたり、下記要件のもと、その方法を検討した。

＜要件＞

- ・ 取得方法が公開されていること
- ・ システムに関心がある人（団体）は誰でも取得可能であること
- ・ いつ、誰が取得したか、記録が残ること
- ・ 取得者（団体）のなりすましが起きにくいこと

＜公開方法＞

- ・ システムはDVDなどの媒体に入れて、郵送する。
- ・ 郵送費用は、取得者払い。
- ・ IATSS のHP上から取得申請をしていただく
- ・ 団体名、個人名、住所などを記入してもらう

5. 1 交通指導取締り活動支援システムの公開方法

出版

学術誌の定期発行、交通に関わる論文集、交通関連資料などの出版活動を通じ、交通とその安全に関する研究成果を広く社会発信しています。

研究調査成果一例

- ラウンドアバウトの社会実装と普及促進に関する研究
- 高齢者のヒヤリ動画づくり～そのマニュアルの完成と普及手法としてのビデオ制作～
- 日本のラウンドアバウトデータベース

交通指導取締り活動支援システム

< 新規追加 >

5.1 交通指導取締り活動支援システムの公開方法

<新規構築ページ>

IATSS 公益財団法人国際交通安全学会・職場・Microsoft Edge
https://secure.hondanet.co.jp/iatss/inquiry/contact/research-report-apply.html

■人工知能を用いた街頭活動支援システム 送付申込

・着払いの宅急便にてお送りします。

■送付先情報

団体/企業名（個人の場合不要）

氏名【必須】

フリガナ

郵便番号

住所

電話番号

メールアドレス【必須】

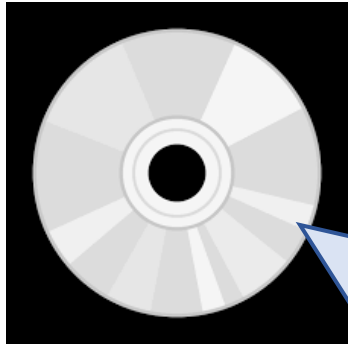
業種/職業

システム使用目的【必須】

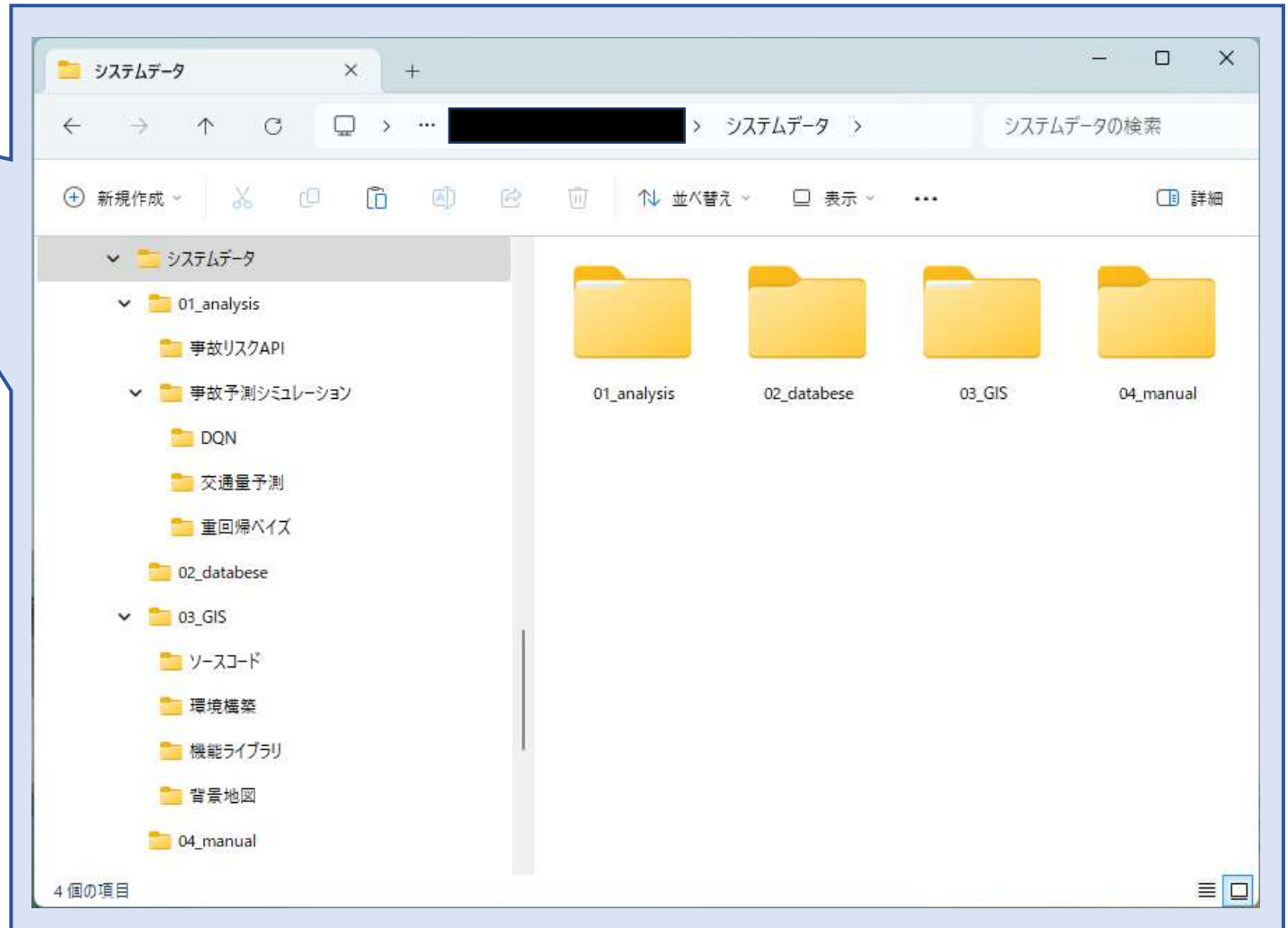
個人情報保護方針【必須】☐ 同意する
[※詳しくはこちらをご覧ください](#)

5.1 交通指導取締り活動支援システムの公開方法

<配布ディスク>



<格納されているシステムデータイメージ>



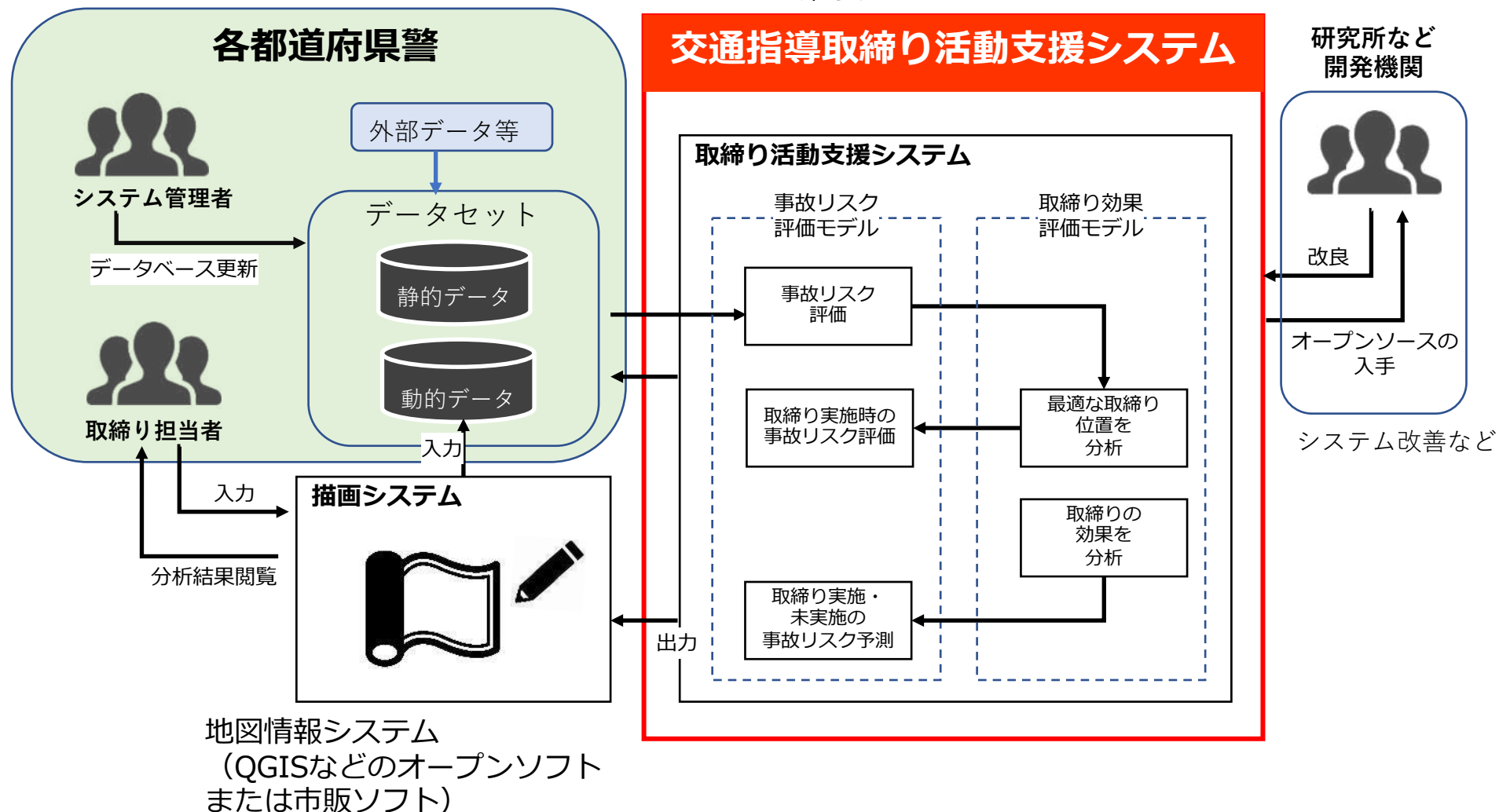
5.2 交通指導取締り活動支援システムの運用に向けて

公開システムの運用イメージ

公開するIATSSモデル

交通指導取締り活動支援システム

研究所など
開発機関





公益財団法人 国際交通安全学会

International Association of Traffic and Safety Sciences