

画像解析及び通信技術を活用した 踏切事故防止支援システムへの取組

交通システム研究部 主席研究員 竹内 俊裕

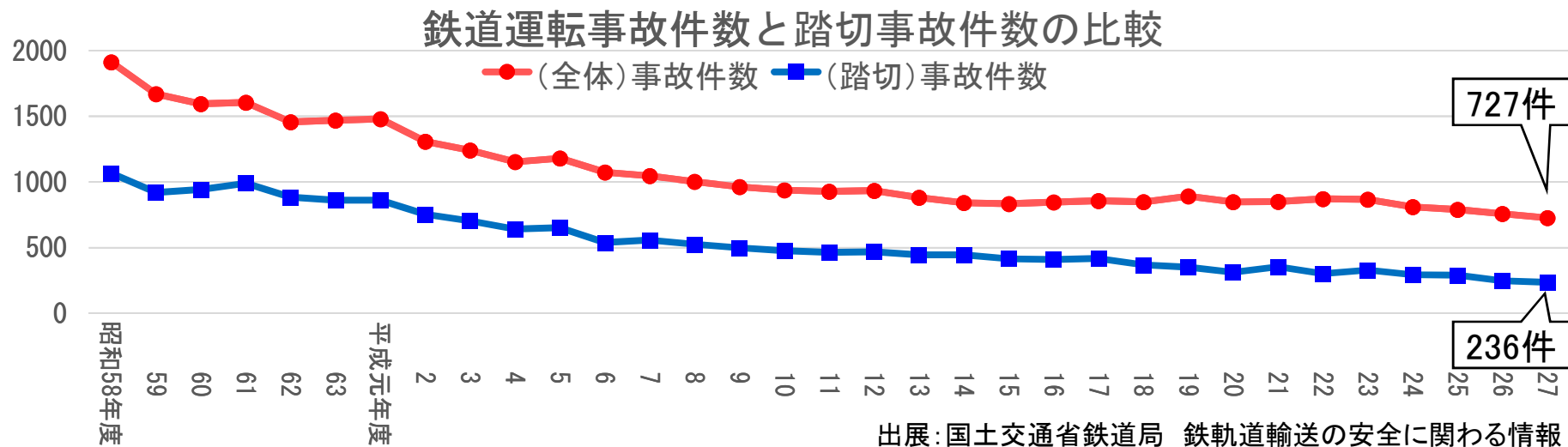
講演内容

1. 背景
2. 踏切事故防止支援システム
3. まとめ
4. 今後の課題

背景

■鉄軌道分野

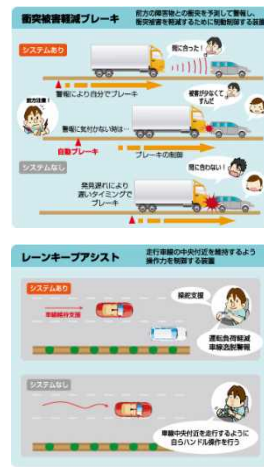
- 鉄道運転事故件数は長期的には減少傾向にあるものの、さらなる安全性向上のための対策が必要
- 全体の約3割を占めている踏切での事故を減らすことが、鉄道の安全性向上には重要な課題
- 踏切事故死亡者の約7割は歩行者、そのうち約4割が高齢者
- 高齢ドライバーが接近中の列車に気付かずに事故に遭うケース、高齢者が踏切を渡りきれずに事故に遭うケース



背景

■自動車分野

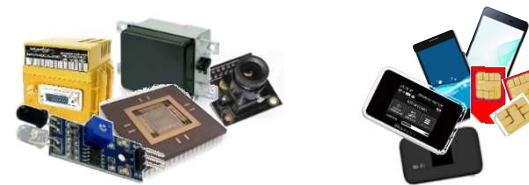
➤ ASV推進計画



出展：国土交通省自動車局 第5期ASV推進計画パンフレット

➤ センシングデバイス

➤ 通信デバイス



◆ 汎用技術として安価に使用できる環境

- ✓ 新たな技術を安全対策へ取入れ
- ✓ 省コストで安全性向上

- 軌道系交通システムへ活用
- 道路交通との協調
- 双方の安全性を向上

**踏切での列車と自動車や
歩行者との衝突事故防止**

◆ 自律検知型安全運転支援技術の 開発・実用化・普及

◆ 踏み間違い防止装置等、高齢者 の事故防止対策

踏切事故防止支援システム

■踏切事故防止支援システムコンセプト

- ① 踏切へ接近する自動車のドライバーに対して、踏切保安設備の動作状態を報知する。
- ② 動作中の踏切内で停滞した自動車や歩行者を検出し、その情報を接近する列車に報知するとともに、列車の接近を停滞中の自動車や歩行者へも報知する。



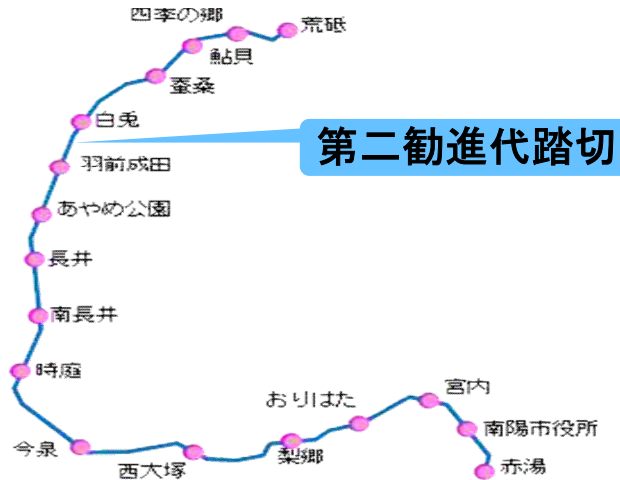
踏切事故削減効果

※踏切障害物検知装置等の設置が容易ではない地方鉄道への設置を考慮し、汎用技術を活用した低コストシステム

踏切事故防止支援システム

■現車試験の実施

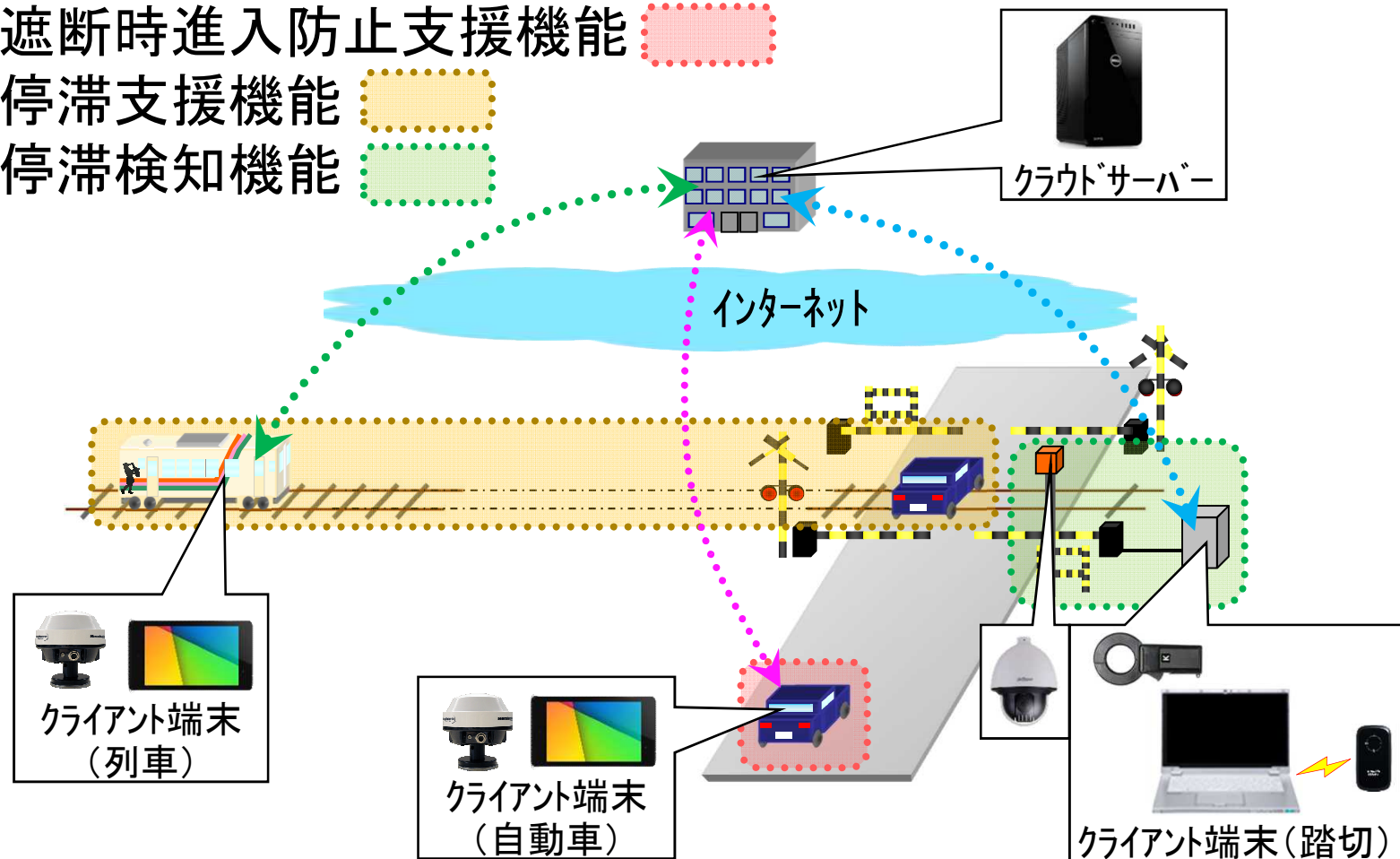
山形鉄道フラワー長井線



踏切事故防止支援システム

■システム構成と主な機能

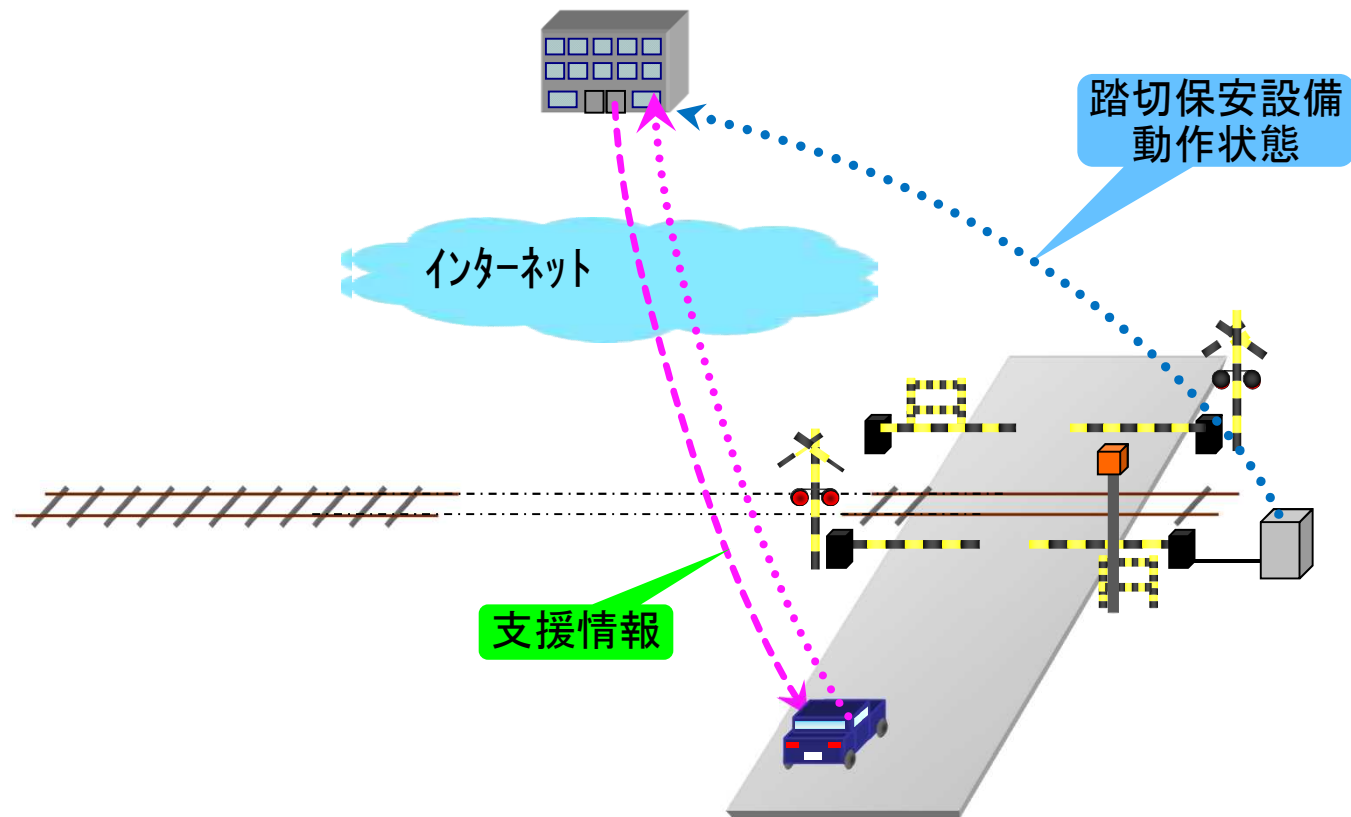
- 汎用回線による通信
- 踏切遮断時進入防止支援機能
- 踏切停滞支援機能
- 踏切停滞検知機能



踏切事故防止支援システム

■踏切遮断時進入防止支援機能

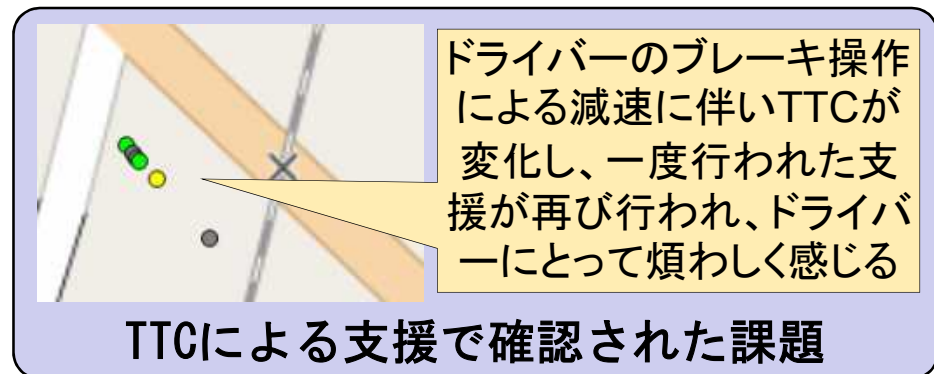
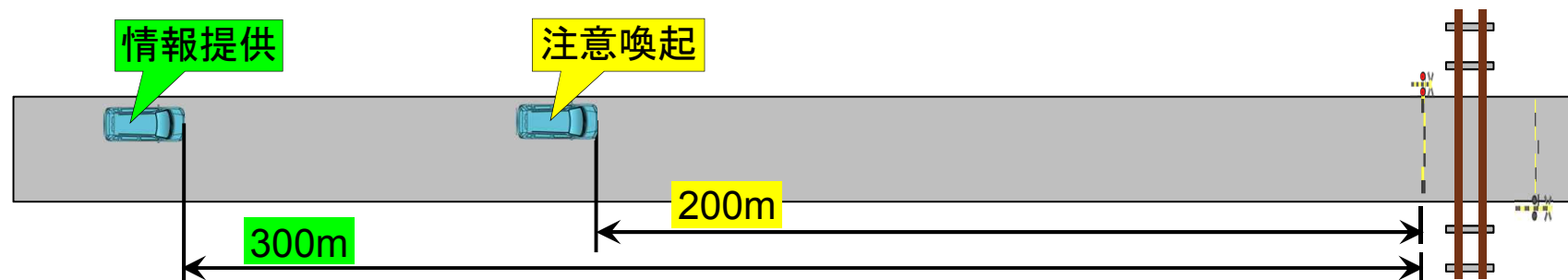
動作中の踏切に接近中の自動車のドライバーに対して、
情報提供等の支援を行う。



踏切事故防止支援システム

■踏切遮断時進入防止支援機能

GPSにより自車位置を検知し、現在位置から踏切までの距離に応じて、ドライバーに対して情報提供や注意喚起を音声と表示で支援する。

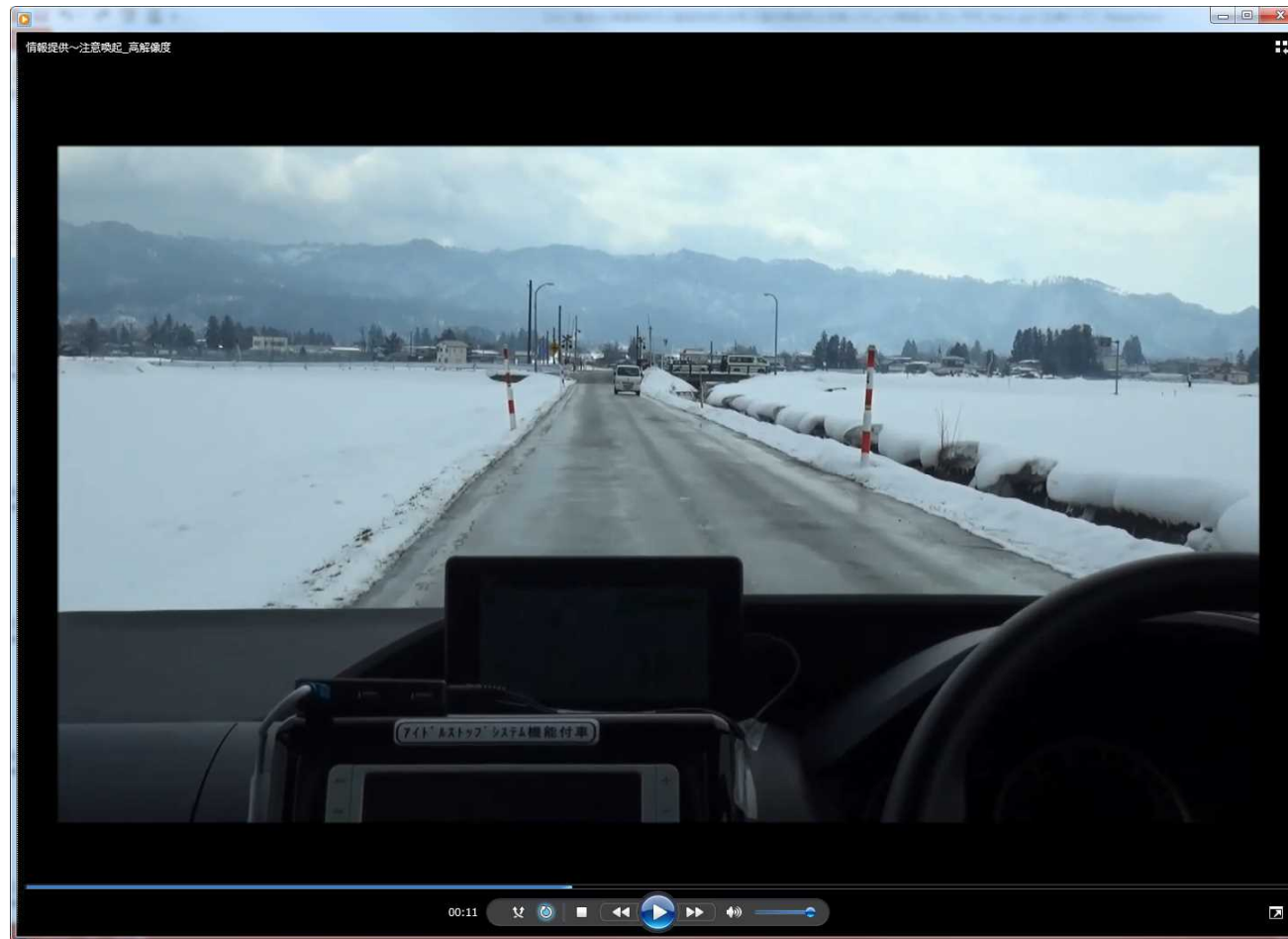


距離に応じて支援することにより安定した支援を確認

踏切事故防止支援システム

■踏切遮断時進入防止支援機能

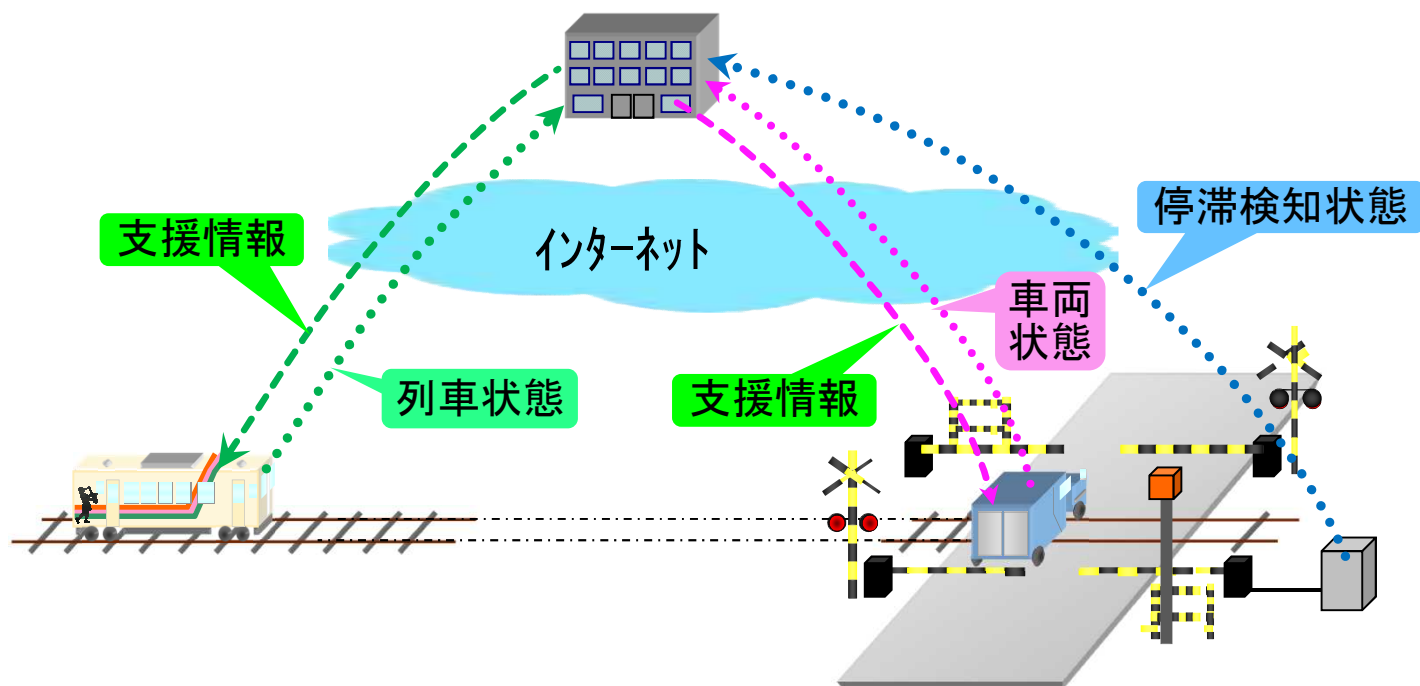
◆動画



踏切事故防止支援システム

■踏切停滞支援機能

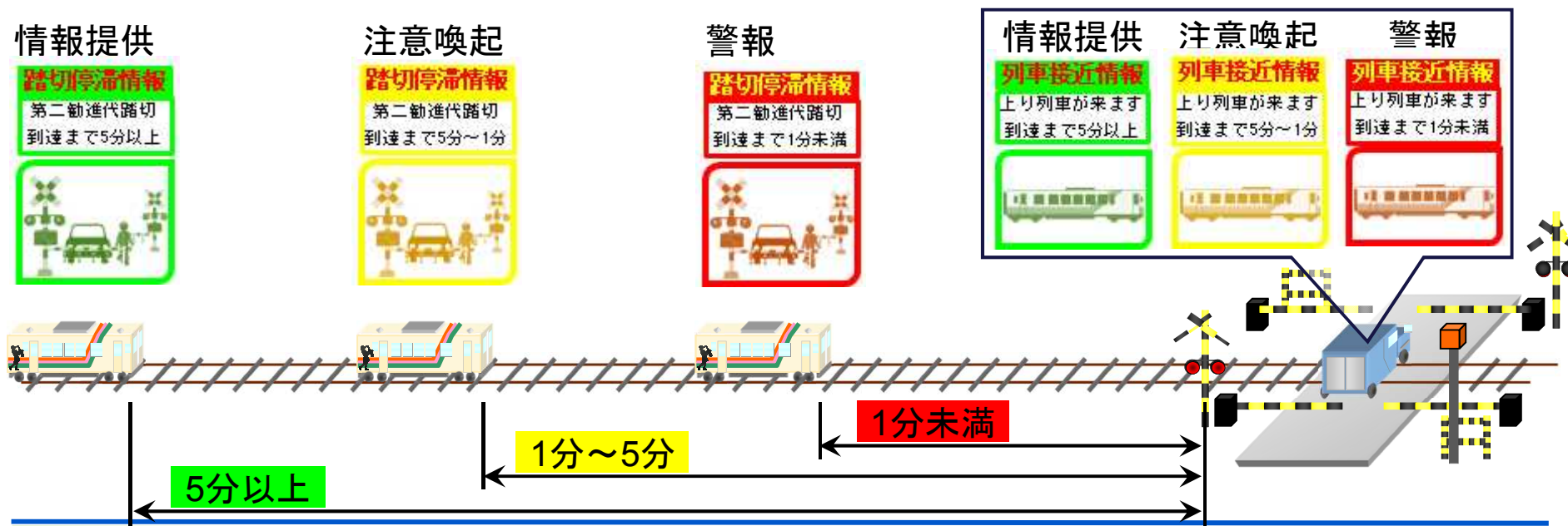
動作中の踏切内に停滞している自動車や歩行者の情報を接近している列車の運転士に対して、情報提供等の支援を行う。また、停滞している自動車のドライバーや歩行者に列車の接近を情報提供等により支援を行う。



踏切事故防止支援システム

■踏切停滞支援機能

踏切内での停滞を認識したクラウドサーバーより、接近中の列車に対して、列車の現在位置と運転パターンから当該踏切までの到達予想時間に応じて、情報提供等の支援を行う。
同時に停滞中の自動車のドライバーに対しても、列車到達までの残り時間に応じて情報提供等の支援を行う。



踏切事故防止支援システム

■踏切停滞支援機能

踏切停滞支援情報：警報



クライアント端末（列車）

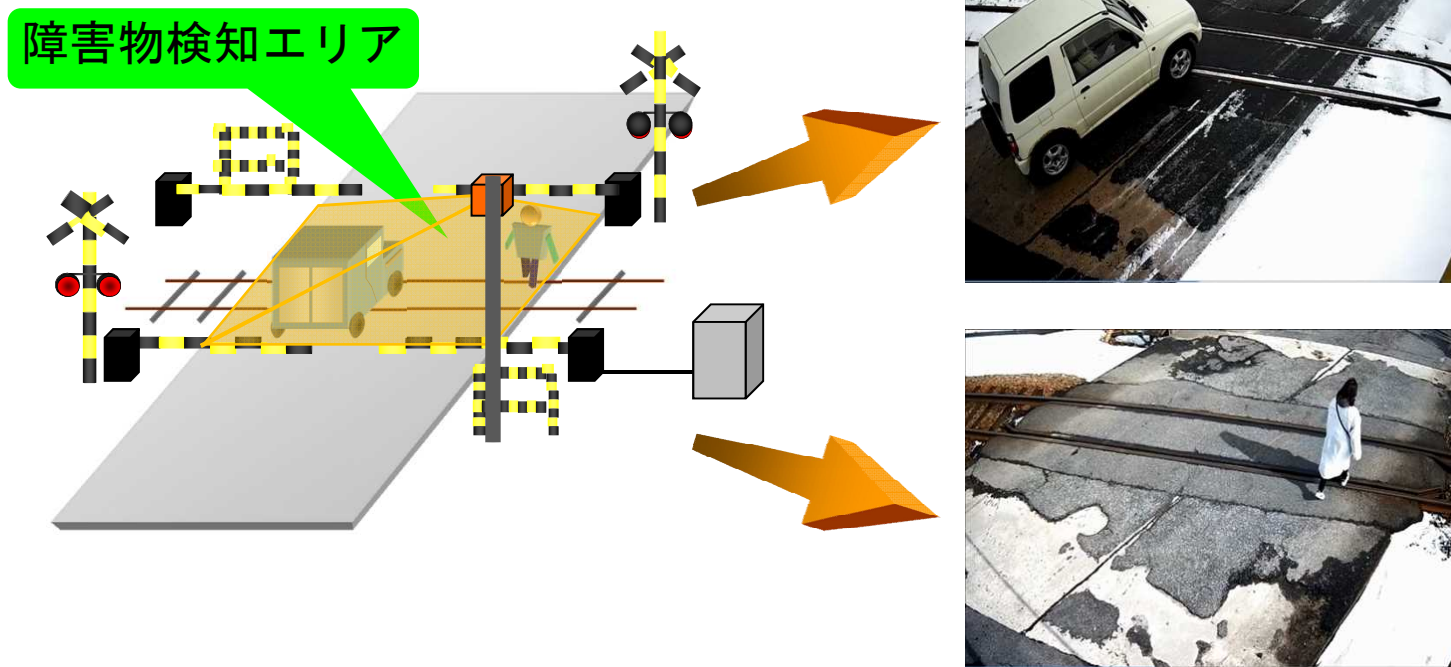


クライアント端末（自動車）

踏切事故防止支援システム

■踏切停滞検知機能

踏切を通行する自動車や歩行者等の映像から、画像解析技術を活用して踏切内の停滞を検知し、踏切が動作中の場合は障害物検知情報としてクラウドサーバーに伝送する。

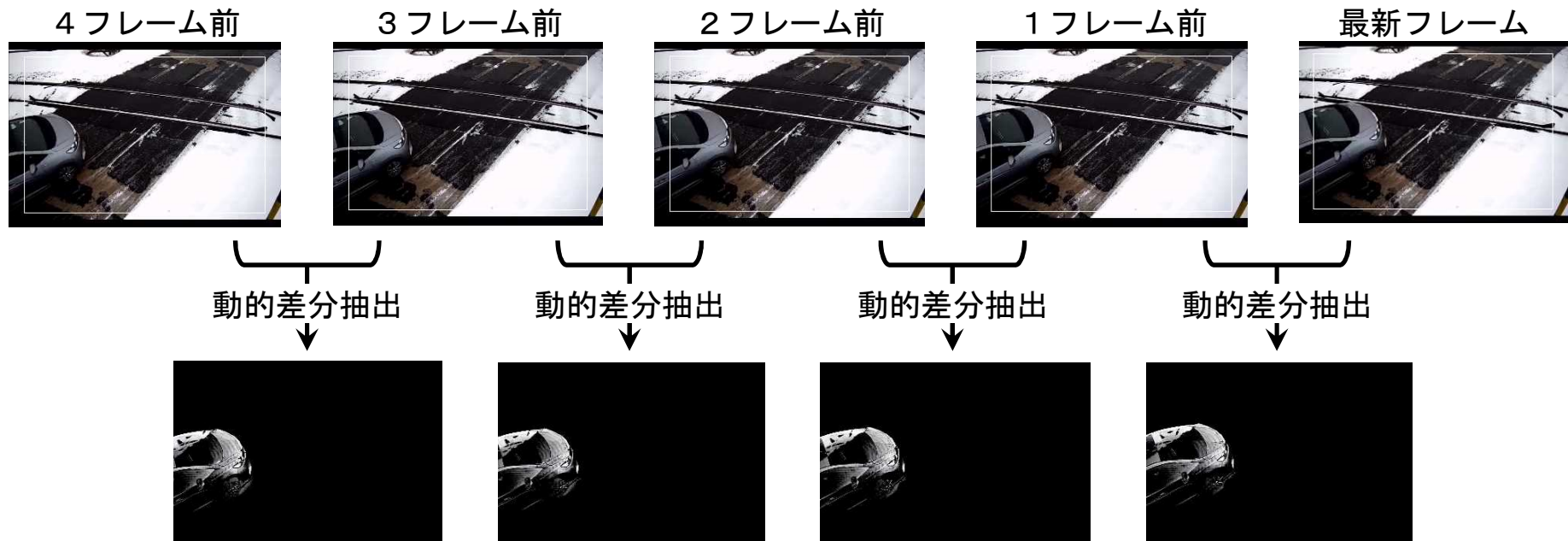


踏切事故防止支援システム

■踏切停滞検知機能

◆障害物検出方法

最新のフレーム画像と1フレーム前の画像から動きのある物体のみを抽出する。（差分抽出により動きのない背景が除去される。）

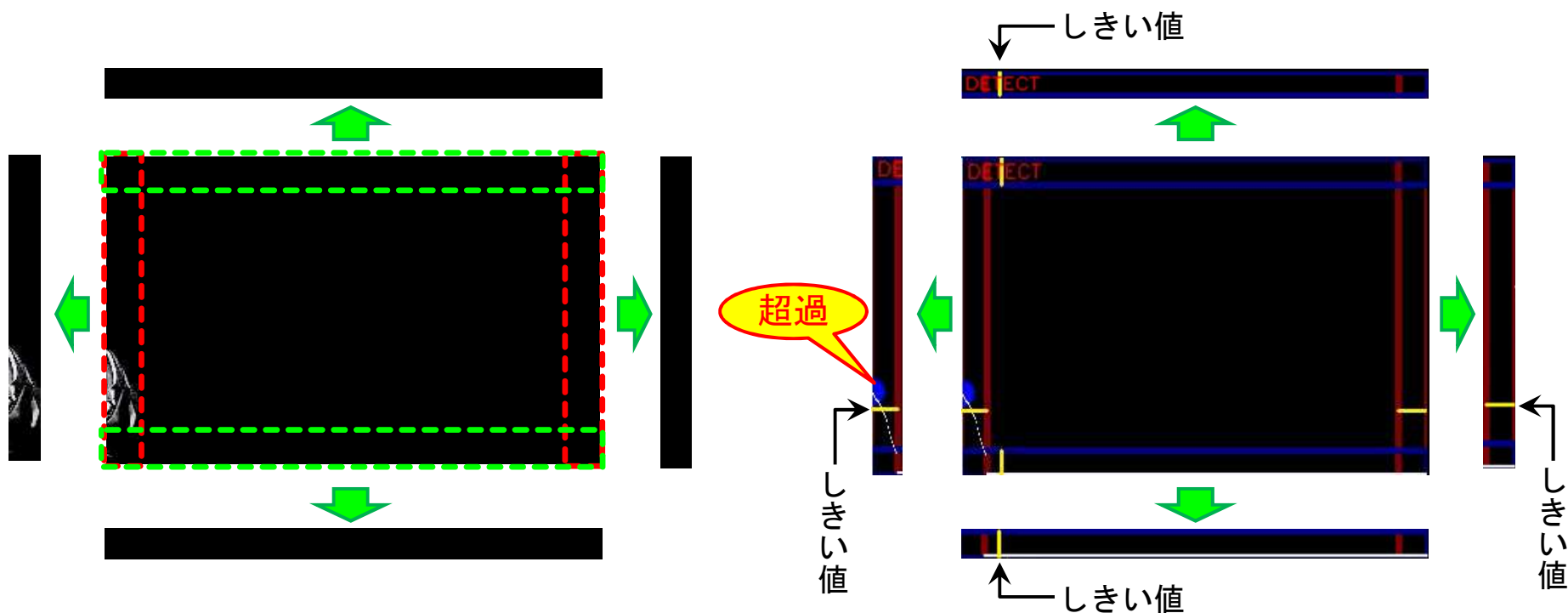


踏切事故防止支援システム

■踏切停滞検知機能

◆障害物進入検知

動的物体を抽出した画像の四辺を矩形で抽出（障害物進入検知範囲）し、抽出した各矩形をX座標（横ピクセル）ごとに輝度の総和を積算してグラフ化し、ピークがしきい値を超えた場合に障害物進入検知と判定する。

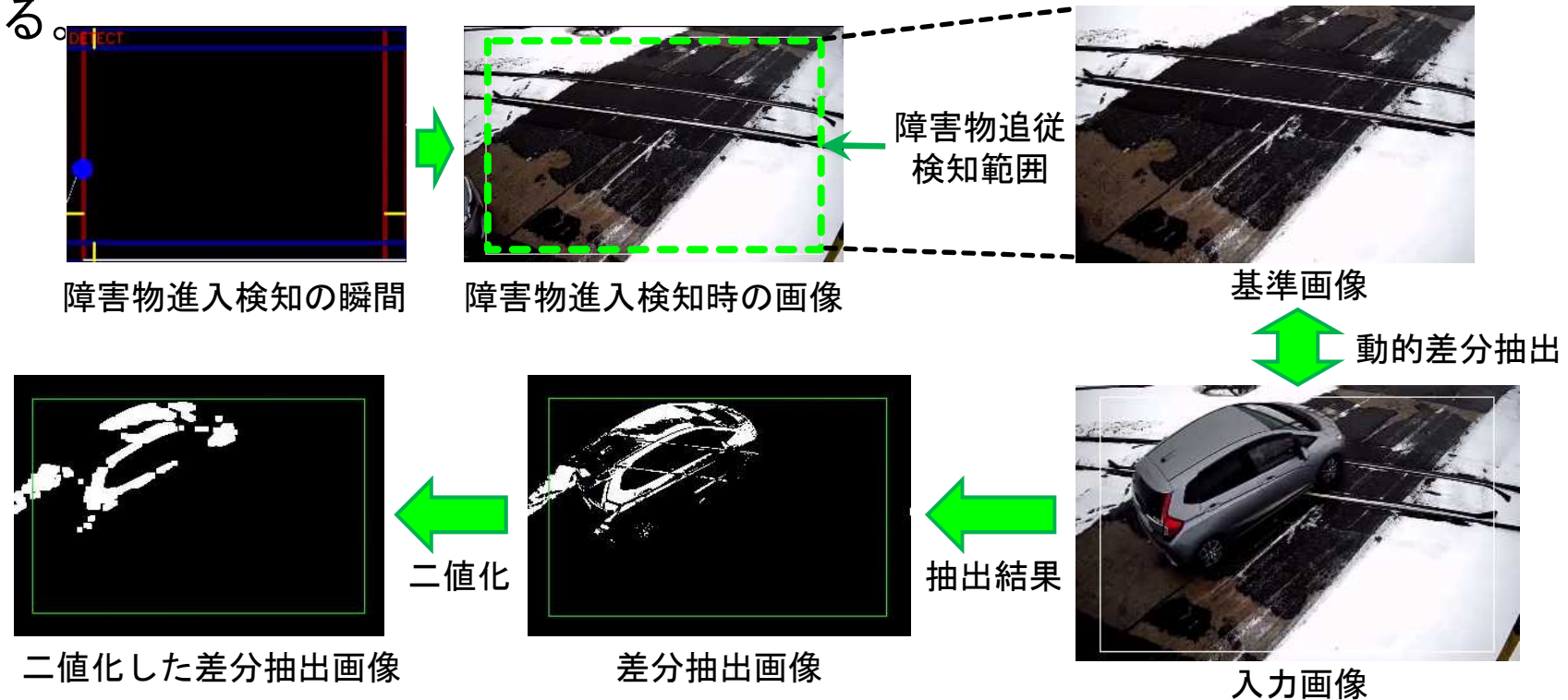


踏切事故防止支援システム

■踏切停滞検知機能

◆障害物追従検知

障害物の進入を検知した瞬間のフレーム画像から障害物進入検知範囲を除いた部分を抽出（障害物追従検知範囲）し、その部分を基準画像として保持し、以降の入力画像との動的差分抽出を行い、結果を二値化する。



踏切事故防止支援システム

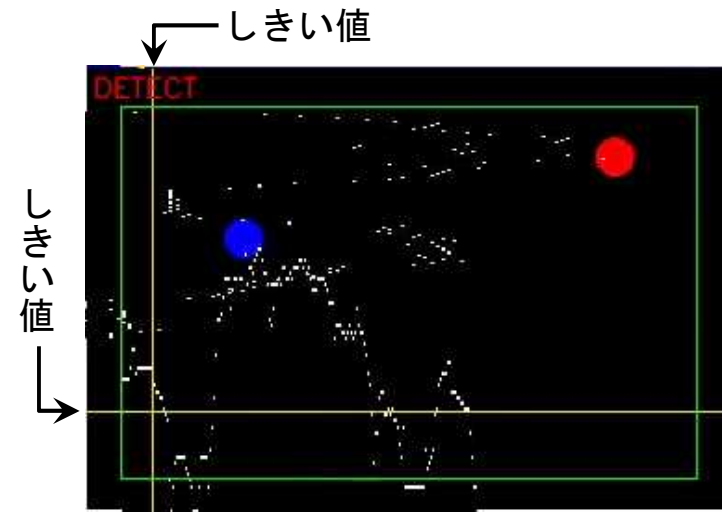
■踏切停滞検知機能

◆障害物検出方法

二値化した画像を、X座標（横ピクセル）ごと、Y座標（縦ピクセル）ごとに輝度の総和を積算してグラフ化し、両方のグラフのピーク（下図の●と●）がしきい値（下図の——）を超えている場合に障害物として認識する。



二値化した差分抽出画像



輝度総和積算グラフ

障害物を認識している状態で、踏切が動作開始した場合に『障害物あり』としてクラウドサーバーへ伝送する。

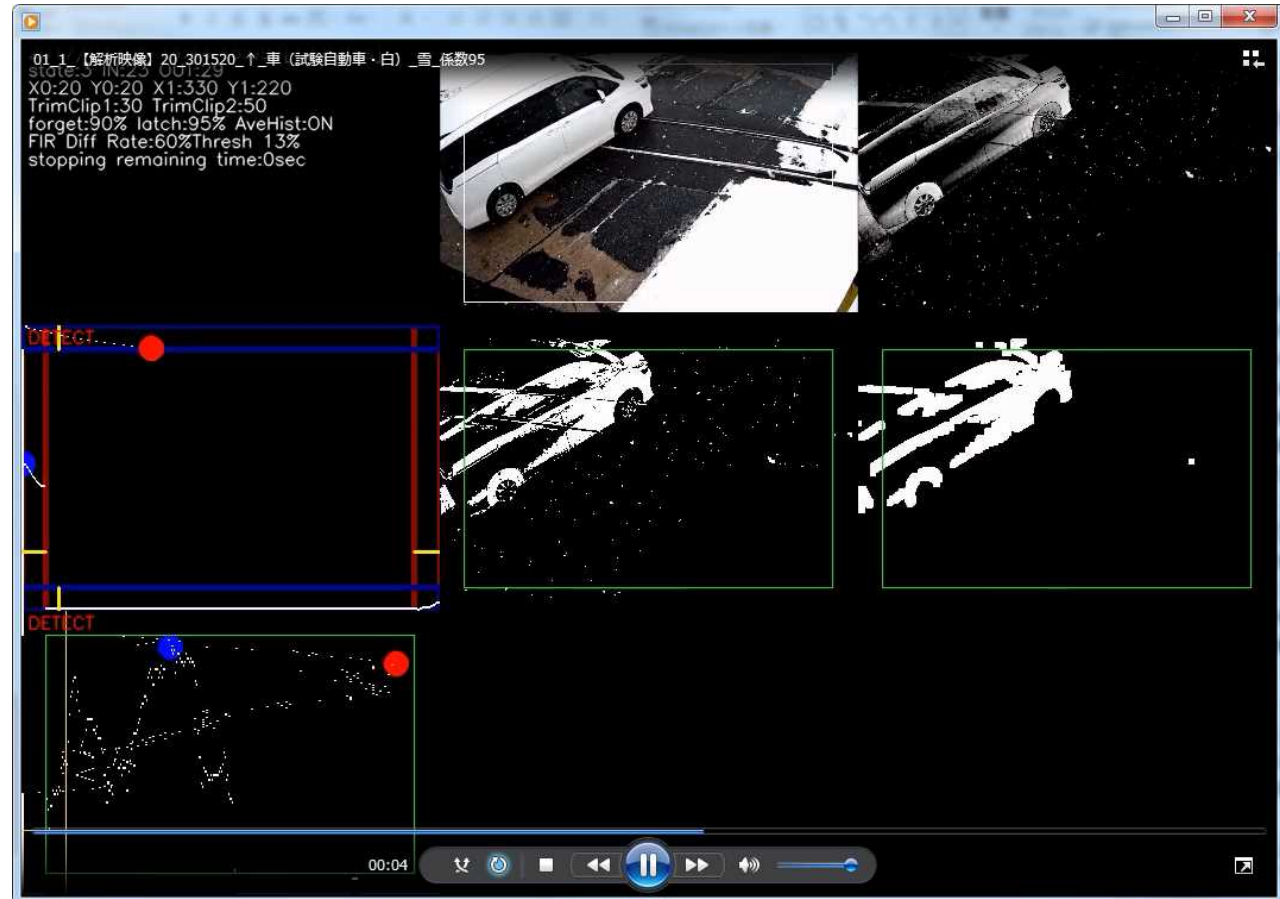
踏切事故防止支援システム

■踏切停滞検知機能

◆障害物検出例

動画再生

- ✓ 自動車 通常
- ✓ 自動車 通常
- ✓ 歩行者 通常
- ✓ 歩行者 高齢者
- ✓ 歩行者 停滞



踏切事故防止支援システム

■踏切停滞検知機能

◆試験結果

時刻	天候	自動車				歩行者			
		通過数	検出数	不検出数	外乱(*1)	通過数	検出数	不検出数	外乱(*1)
9:30~10:00	雪	32	8	24	15	2	2	0	0
10:00~11:00	小雪	48	48	0	0	7	7	0	0
11:00~12:00	晴れ	33	30	3	3	2	1	1	1
12:00~13:00	晴れ	40	39	1	1	25	20	5	5
13:00~14:00	晴れ	55	51	4	4	28	22	6	4
14:00~15:00	晴れ	44	41	3	3	3	3	0	0
合計		252	217	35	26	67	55	12	10
			86%	14%			82%	18%	

*1 大粒の雪や急激なコントラストの変化を障害物と判定した回数



自動車86%、歩行者82%の検出率を確認
降雪時でも検出できることを確認



大粒の雪や急激なコントラストの変化の瞬間画像が
基準画像となった場合に、以後不検出となる事象も確認



常に障害物が存在している状況となることから
安全側であるがシステム不信となる

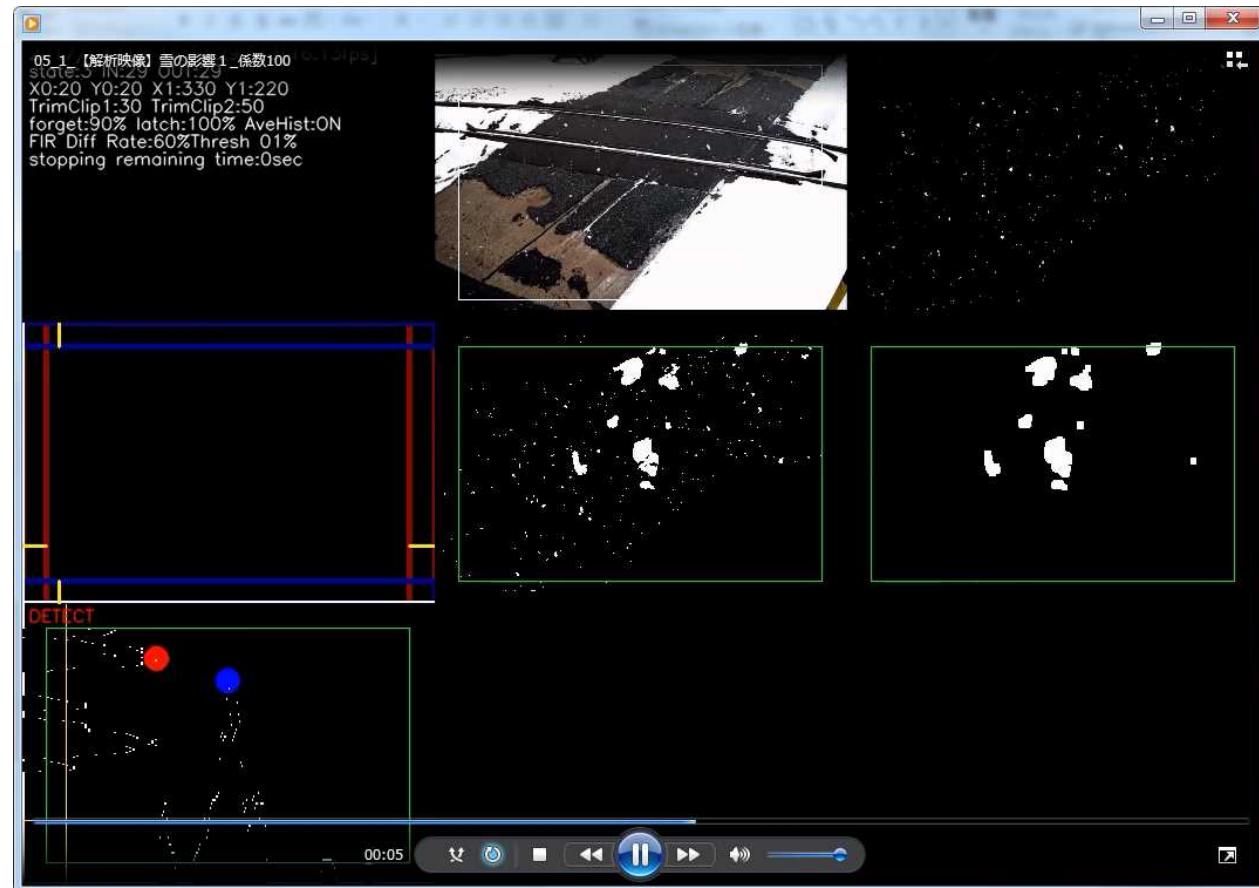
踏切事故防止支援システム

■踏切停滞検知機能

◆雪の影響による誤検知の例

動画再生

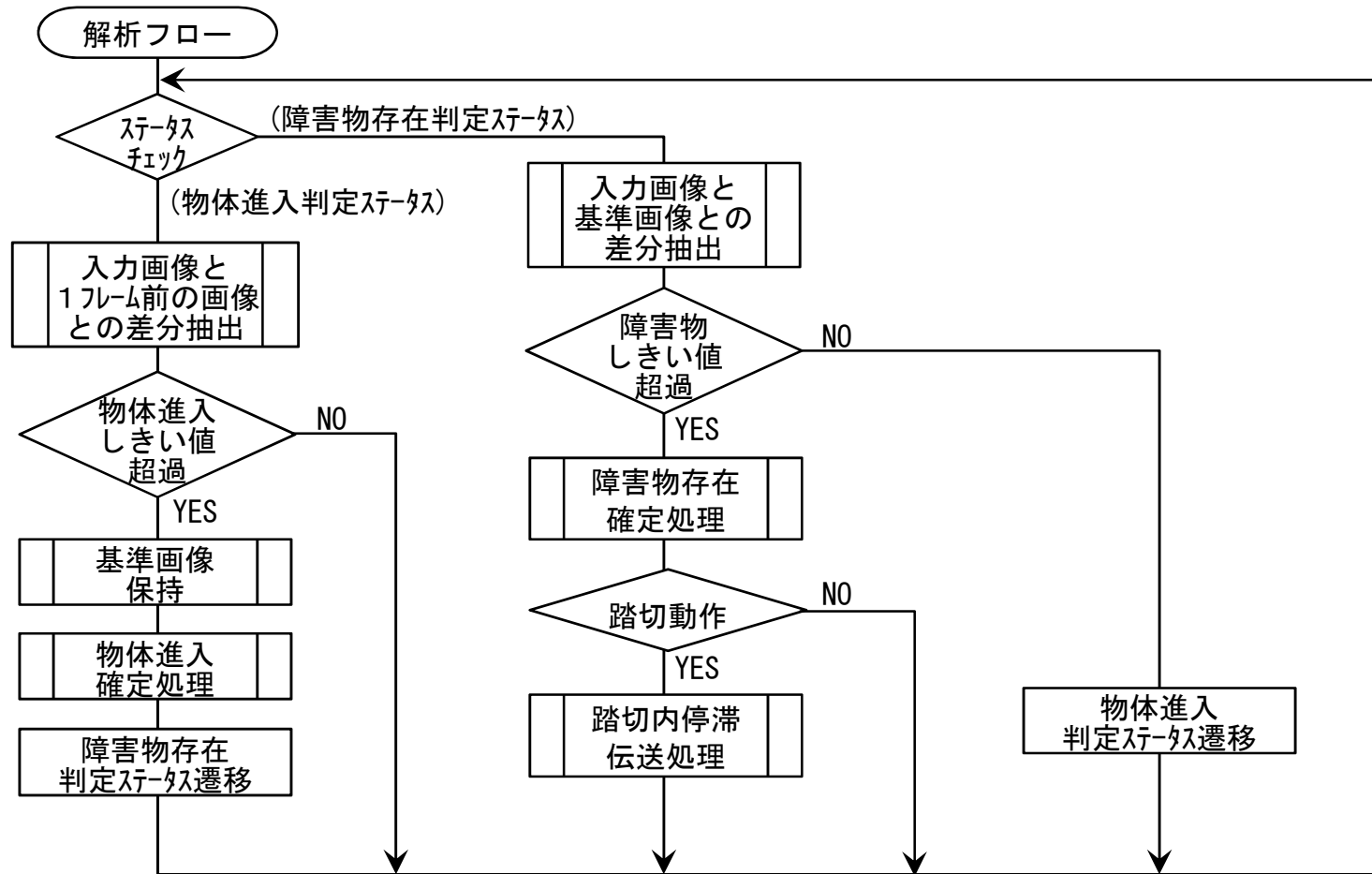
✓ 雪の影響 誤検知



踏切事故防止支援システム

■踏切停滞検知機能

◆雪の影響による誤検知の例

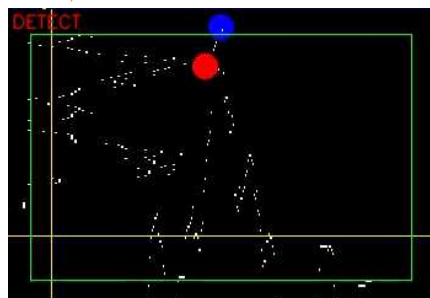
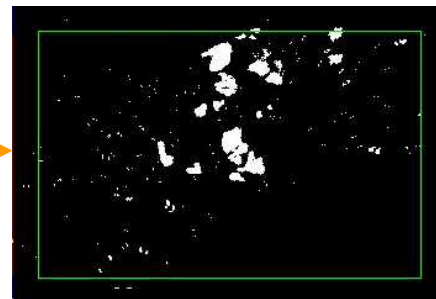
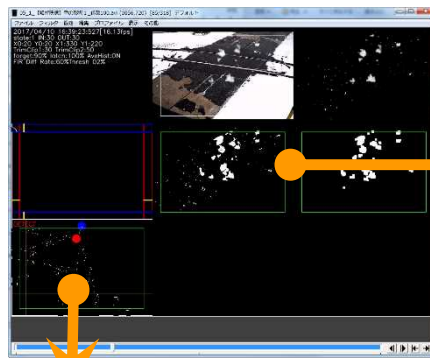


踏切事故防止支援システム

■踏切停滞検知機能

◆雪の影響による誤検知の例

大粒の雪を基準画像として保持
入力画像との差分抽出で常に障害物存在と判定
以後 踏切を通過する自動車や歩行者を検出できず



➡ パラメータにより対策可能

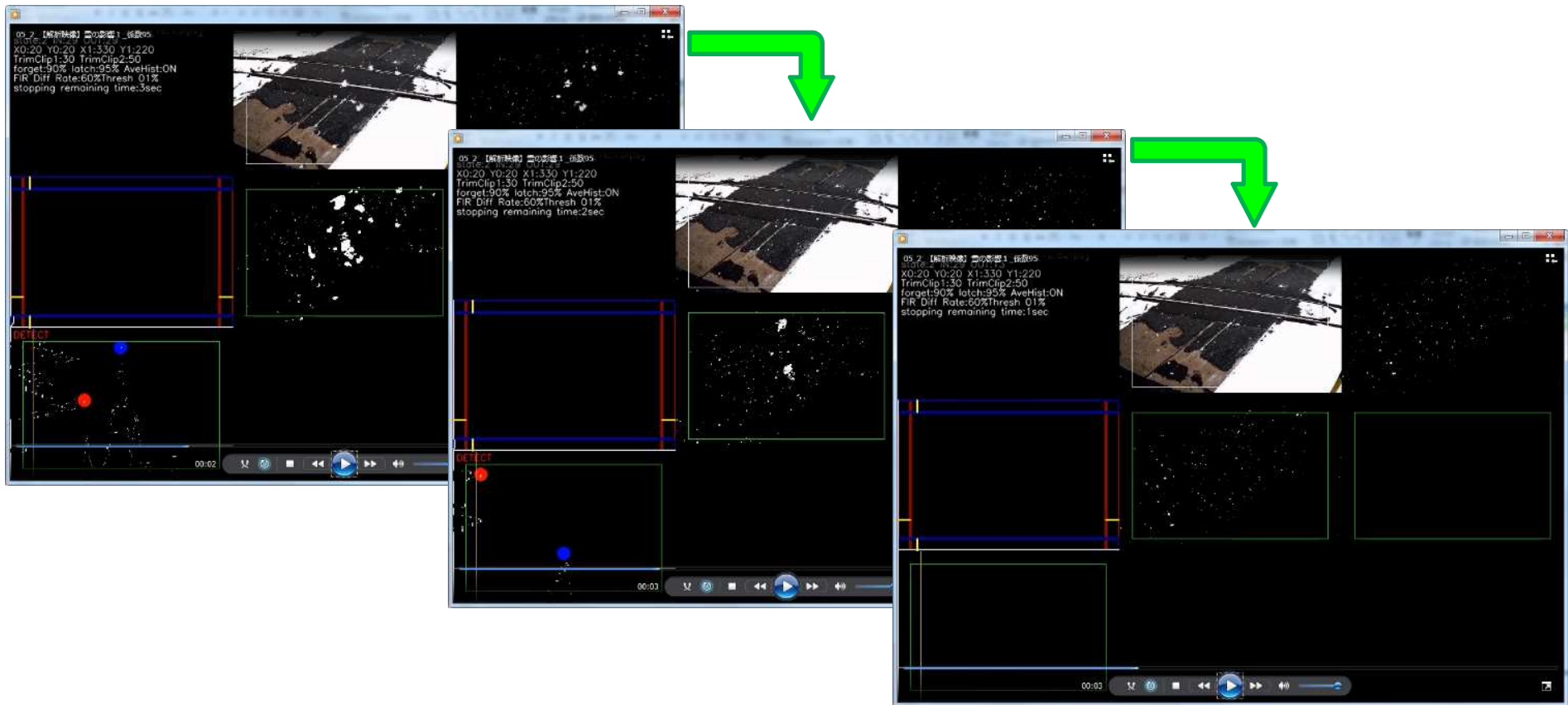
踏切事故防止支援システム

■踏切停滞検知機能

◆雪の影響による誤検知の対策例

動画再生

✓ 雪の影響 パラメータ変更



まとめ

■まとめ

踏切事故防止を目的として

- 踏切事故実態に基づき踏切事故防止支援システムを構築
- 現車試験において、構築したシステムの機能検証を実施

◆ 踏切遮断時進入防止支援機能

TTCによる支援方法から、距離による支援方法に変更し、安定した支援が行われることを確認

◆ 踏切停滞支援機能

列車の運転士と自動車のドライバー双方に、情報提供等の支援が提供されることを確認

◆ 踏切停滞検知機能

画像解析技術を活用し、約85%の検知率で踏切を通過する自動車や歩行者を検知できることを確認

天候（大粒の雪）や急激なコントラストの変化の影響については、パラメータ等の調整を自動化する等によって対策が可能であることを確認

今後の課題

■今後の課題

踏切事故防止支援システムの実用化に向けた検討

➤踏切遮断時進入防止支援機能

- ・ 効果評価等により最適な支援距離や支援方法に関する検討
- ・ 高齢ドライバーや軽度の認知症ドライバーによる進入防止方法に関する検討

➤踏切停滞支援機能

- ・ 最適な支援タイミングや支援方法に関する検討

➤踏切停滞検知機能

- ・ モニターランによる様々な時間帯や天候のデータ収集
- ・ 状況に応じたパラメータ設定の調整と設定自動化の検討
- ・ 解析精度（検知率）の向上と信頼性に関する検討