インフラ DX 技術を活用した 交通安全対策の取り組み

佐々木　啓太[1]・城山　盛仁[2]・吉田　隆幸[3]・近藤　和歩[4]
立松　秀樹[5]・森本　清誠[6]・神谷　宙希[7]

[1]非会員　株式会社オリエンタルコンサルタンツ　中部支社　交通政策部
（〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南 2-14-19　住友生命名古屋ビル 7F）
E-mail: sasaki-ki@oriconsul.com

[2]非会員　国土交通省　中部地方整備局　岐阜国道事務所（〒500-8262 岐阜県岐阜市茜部本郷 1-36-1）
E-mail: shiroyama-s85aa@mlit.go.jp

[3]非会員　国土交通省　中部地方整備局　岐阜国道事務所（〒500-8262 岐阜県岐阜市茜部本郷 1-36-1）
E-mail: yoshida-t85ac@mlit.go.jp

[4]非会員　国土交通省　中部地方整備局　岐阜国道事務所（〒500-8262 岐阜県岐阜市茜部本郷 1-36-1）
E-mail: kondou-k85ae@mlit.go.jp

[5]非会員　株式会社オリエンタルコンサルタンツ　中部支社　交通政策部
（〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南 2-14-19　住友生命名古屋ビル 7F）
E-mail: tatematsu@oriconsul.com

[6]非会員　株式会社オリエンタルコンサルタンツ　中部支社　交通政策部
（〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南 2-14-19　住友生命名古屋ビル 7F）
E-mail: morimoto-ky@oriconsul.com

[7]非会員　株式会社オリエンタルコンサルタンツ　中部支社　交通政策部
（〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南 2-14-19　住友生命名古屋ビル 7F）
E-mail: kamiya-h@oriconsul.com

岐阜国道事務所管内では，交通事故対策を推進してきた結果，死傷事故件数は大きく減少してきた．一方で依然として年間約 500 件の死傷事故が発生している．そこで岐阜国道事務所では，更なる交通事故削減を目指し効果的な交通事故対策を検討するため，PDCA サイクルの一部の段階において，事故要因分析時には CAN データ分析や AI 画像解析等，効果評価時には AI 画像解析やアイマークレコーダー等のインフラ DX 技術を活用してきた．本稿では，これまでに活用してきたインフラ DX 技術の概要と活用により得られた効果について報告する．

Key Words: *Traffic safety, upgrading, Accident Factor Analysis, Verification of Effectiveness, Digital Transformation*

1. はじめに

岐阜国道事務所は，管内の交通事故削減のため，2010 年に策定された岐阜県事故ゼロプランに基づき，交通事故対策を推進してきた．その結果，管内における死傷事故件数は減少傾向となっている．しかし，依然として年間約500件（2017年～2020年平均）の死傷事故が発生しており，うち約7割が追突事故である．

また，交通安全対策の取組みは図-1に示すPDCAサイクルで運用し，事故データに加え，交通挙動調査結果，利用者アンケート調査結果等を実施し，対策立案や効果検証等を行い，一定の効果は発現しているものの，依然として追突事故等が多発している状況にある．

そこで，岐阜国道事務所では，さらなる交通事故の削減に向け，交通安全対策の取組みのPDCAサイクルを効果的に運用するため，インフラDX技術を導入し，交通

事故発生要因の明確化に取り組んできた．本稿では，これまでに活用してきたインフラDX技術の概要と活用により得られた効果について報告する．

2. 交通安全対策のPDCAサイクルと導入したインフラDX技術

PDCAサイクルを効果的に運用するためには，事故発生要因を正確に捉え，事故発生要因に対して最適な交通安全対策を検討することや，対策の効果が発現した箇所において，事故が削減した要因を踏まえ，他の箇所における対策検討に反映させることが重要である．そのためには，PDCAサイクルの各段階において，インフラDX技術を活用し，分析の高度化を図ることが有効であると考え，インフラDX技術を活用してきた．

これまで，岐阜国道において交通安全対策のPDCAサイクルを効果的に運用するため，活用したインフラDX施策を以下に示す．

(1) DRIVE CHART

DRIVE CHARTは図-2に示す通り，ドライブレコーダーをベースとした専用車載器から得られる自動車と歩行者等との交錯等の危険事象を把握できる技術[1)]であり，DRIVE CHARTを活用することにより，車両の走行データや速度・加速度等の挙動データに加えて，危険事象発生時の走行映像を分析することで事故要因を具体に特定することができる．本稿では，岐南インター交差点における事故要因分析に活用した事例を紹介する．

(2) CANデータ

CANデータは図-3に示す通り，コネクティッドカーに装着された無線通信装置を介して取得される位置情報や車両状態に関するデータで，ETC2.0データでは分析が困難であるウインカーやワイパーなどの車両状態データに基づく分析ができ，危険事象の発生要因等の分析が可能である．本稿では，岐南インター交差点における事故要因分析や交差点コンパクト化の効果評価に活用した事例を紹介する．

(3) AI画像解析

AI画像解析は図-4に示す通り，現地で撮影したビデオデータをAI技術を用いて解析することで，車両の挙動（車線変更の状況，走行速度等）を分析することができる技術である．AI画像解析により得られた情報を活用することで後述するTTC等の事故リスクを示す指標による分析も可能となる．本稿では，岐南インター交差点，八島町交差点における事故要因分析や交差点コンパクト化等の効果評価に活用した事例を紹介する．

(4) アイマークレコーダー

アイマークレコーダーは図-5に示す通り，被験者がアイマークレコーダーを設置した車両で検討対象区間を走行することで，走行時に注視した箇所などを分析する

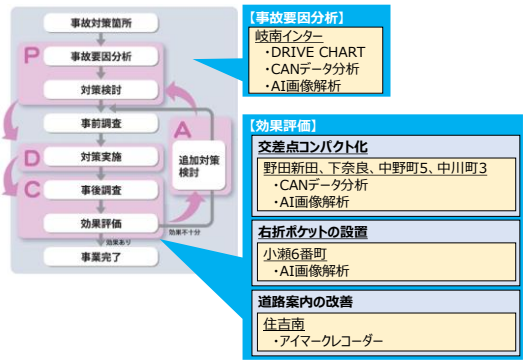


図-1 事故ゼロプランの PDCA サイクルと活用しインフラ DX

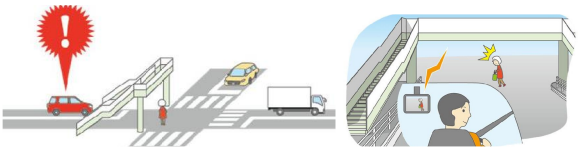


図-2 DRIVE CHART による危険事象の検知イメージ[1)]

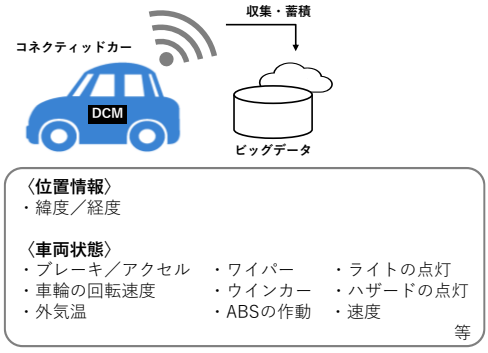


図-3 CANデータの概要

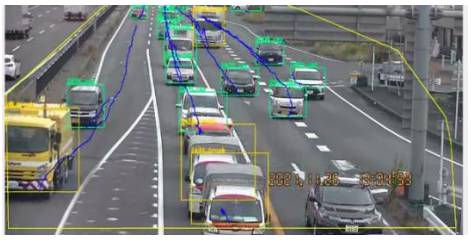


図-4 AI画像解析による車両挙動の分析イメージ



図-5 アイマークレコーダーを活用した走行調査の状況

ことができる技術で，交通安全対策を実施した際にドライバーがどこを注視して運転しているかを把握することができる．本稿では，住吉南交差点における効果評価に活用した事例を紹介する．

3. インフラDX技術を活用した事故要因分析

本稿では，DRIVE CHARTやCANデータ分析，AI画像解析等のインフラDX技術を活用し，事故発生要因の明確化を図った．以下に岐南インター交差点において実施した事故要因分析の事例を示す．

岐南インター交差点の北側流入部では，追突事故が8件／4年と多発しており，要因として流入部が直線的な線形のため速度が出やすいことや，図-6に示す通り，車線数が多く，交差点手前に分岐部も多いことから不要な車線変更や急な車線変更が発生しやすく，後続車が追突することなどが想定された．そこで，事故発生要因を明確にするため，DRIVE CHARTやCANデータ分析，AI画像解析等のインフラDX技術を活用し，車線変更の状況や車両の走行速度等の分析を行った．

a) 危険事象発生要因の明確化

交通事故は偶発的に発生する事象であり，実際に交通事故が発生した状況を正確に把握し，要因分析を行うことは困難である．そこで，DRIVE CHARTを用い，危険事象として検知された事象が発生した際の走行映像を分析することで，危険事象が生じた際の状況を分析し，事故発生につながる要因の明確化を図った．

実際に岐南インター交差点北側流入部で生じた危険事象の発生状況を確認した結果，前方を走る車両が交差点手前で左折するため，減速したことに伴い，後続車が急減速したことが明らかになった（図-6）．これにより，交差点手前に沿道取付部や分岐があることで急減速が発生し，追突事故に繋がる可能性があることを明確化した．

b) 急ブレーキ発生状況及び要因の明確化

岐南インター交差点の北側流入部は，上述の通り，直線的な線形で速度が出やすい形状であることや，車線数や分岐が多く急な車線変更が生じやすいと想定されることから，CANデータを用い，車両の走行速度やブレーキの踏みこみ度合い，ウインカー開始位置等（図-7）を詳細に分析し，急ブレーキ発生要因の明確化を図った．

その結果，追突事故発生位置付近では，車両の走行速度や60km/h超過割合が高く，急ブレーキが多発する位置やウインカー開始位置とも重なることから，車両の走行速度が高いことや，急な車線変更や無理な車線変更，車線変更直前でのウインカー開始等により，後続車が急ブレーキをかけ，後続車が追突する事故が発生しやすいことが事故発生要因の１つであることを明確化した．

c) 車線変更状況の分析

CANデータの分析結果より，急な車線変更や直前でのウインカー開始等が，追突事故の発生要因であることが明らかにできたことから，撮影したビデオデータからAI画像解析技術を活用し，車線変更位置・回数の読み取りを行い，追突事故の発生につながる危険な車線変更等の発生状況を分析した（図-8）．その結果，流入部手前の区間で不要な車線変更が多発しており，追突事故につながる可能性があることが明らかになった．

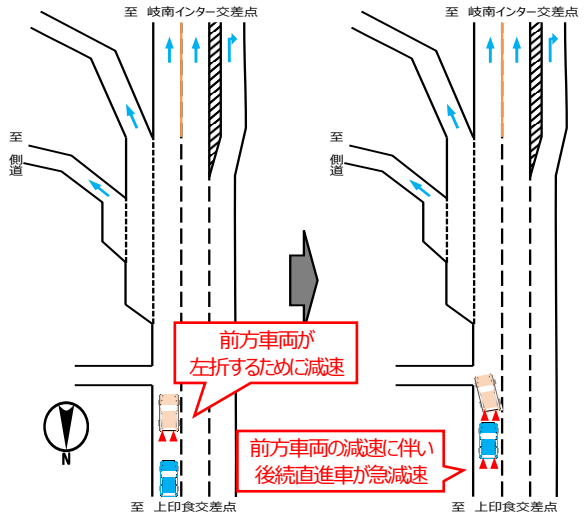
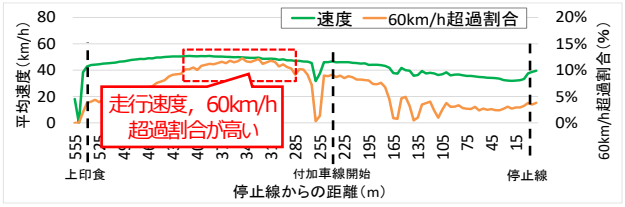


図-6 DRIVE CHARTで検知したヒヤリハット発生状況



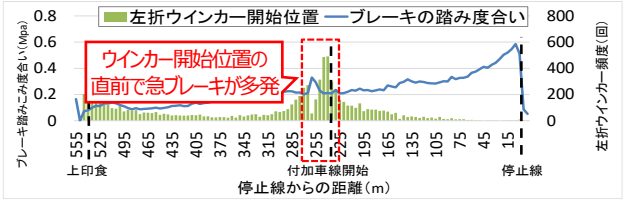


図-7 CANデータ分析結果

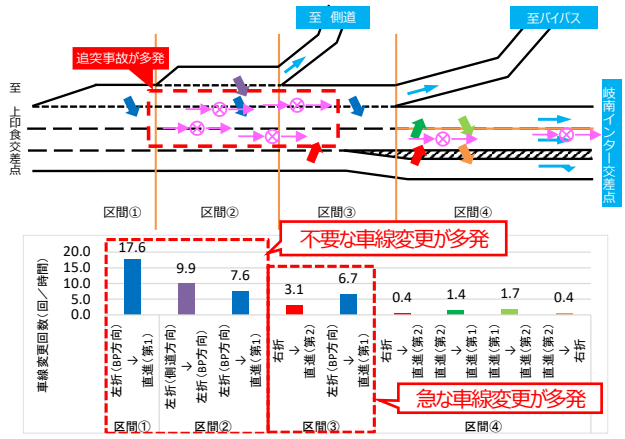


図-8 AI画像解析による車線変更位置の分析結果

これらの分析結果を踏まえ，岐南インター交差点の北側流入部では，車線数が多く，分岐も多いことから急な車線変更が発生しやすく，追突事故の要因となっていると想定されるため，**図-9**，**図-10**に示す通り，路面表示や案内標識の改良等の対策を検討した．

4. インフラDX技術を活用した効果評価

追突事故の更なる削減に向け，追突事故削減に効果的な対策を検討するため，CANデータやAI画像解析，アイマークレコーダー等のインフラDX技術を活用し，追突事故対策の対策工種に着目した効果検証を実施した．

本稿では交差点コンパクト化及び道路案内の改善に着目し，効果評価を行った結果を報告する．

(1) 交差点コンパクト化の効果検証

活用したインフラDX技術：CANデータ，AI画像解析

交差点コンパクト化は，停止線間距離の短縮による追突事故の削減等，多様な交通事故の削減が期待される対策とされている．そこで，交差点コンパクト化による追突事故の削減に着目し，CANデータやAI画像解析技術等を活用した効果検証を行った．

なお，交差点コンパクト化の効果評価については，**表-1**，**図-11**に示す，停止線間距離が異なるものの，車線数や非混雑時旅行速度等の道路交通状況が近似している4交差点を選定し，比較評価を行うことで交差点コンパクト化の効果を分析した．

a) 急ブレーキ発生状況の比較

追突事故の発生につながる急ブレーキの発生状況を比較するため，CANデータを用い，4交差点の流入部におけるブレーキペダルの踏みこみ度合い等を分析した．

その結果，停止線間距離が最も長い野田新田交差点（停止線間距離42.1m）と比較して，停止線間距離が最も短い中川町３交差点（同24.7m）では，ブレーキペダルの踏みこみ度合いが小さく，停止線間距離が短いほど，ブレーキペダルの踏みこみ度合いが小さくなる傾向があることを明確化した（**図-12**）．

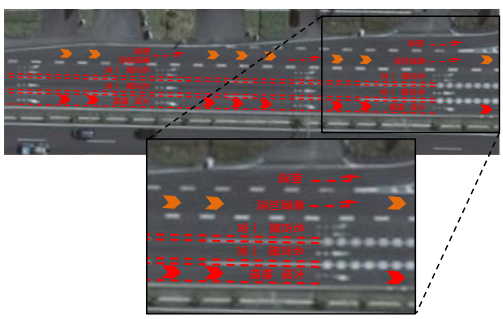


図-9 岐南インター交差点における対策検討結果（路面表示）

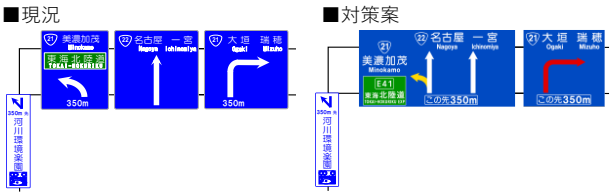


図-10 岐南インター交差点における対策検討結果（案内標識）

表-1 交差点コンパクト化の効果検証の対象交差点

交差点名	車線数				停止線間距離（m）		差（m）	非混雑時旅行速度（km/h）			
					現況	対策					
野田新田	西	3	東	3	42.1	37.5	0	西	37.5	東	32
下奈良	西	3	東	3	36.1	-	-6	西	29.1	東	47.8
中野町5	西	3	東	3	29.3	-	-12.8	西	37.6	東	27.9
中川町3	西	3	東	3	24.7	-	-17.4	西	21	東	30.3

車線数が同等　　非混雑時旅行速度が同等

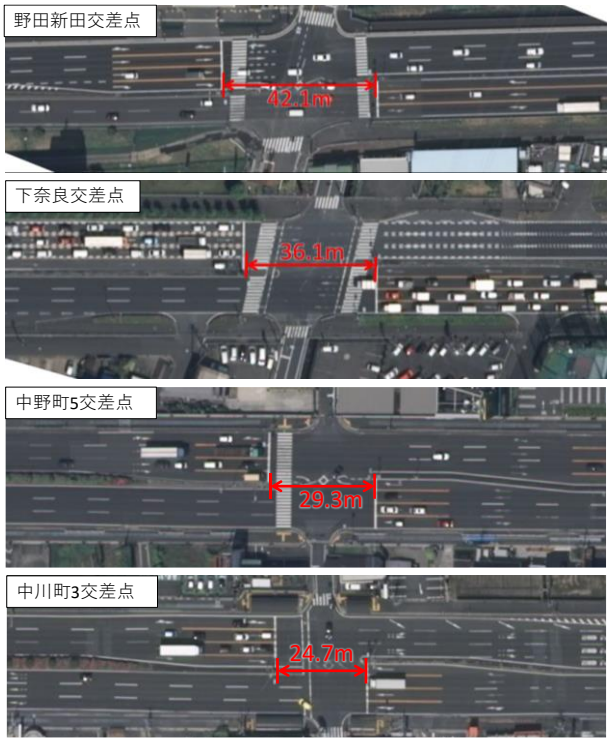


図-11 交差点コンパクト化の効果検証対象交差点の航空写真

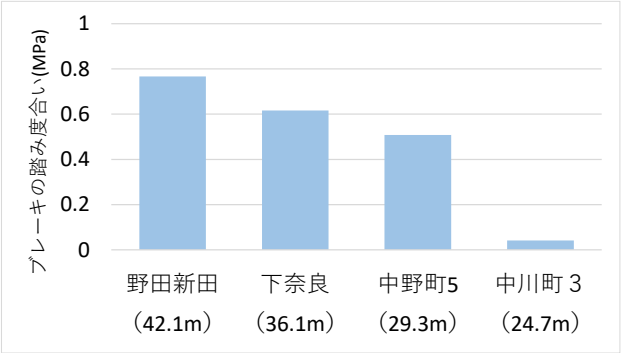


図-12 停止線から30m以内の区間におけるブレーキペダルの踏みこみ度合いの比較結果

b)　追突事故発生リスクの比較

交差点コンパクト化により，停止線間距離が短縮されることで，信号切り替わり時における通過・停止判断のばらつきが減少することや，前方車に追突するまでの余裕時間が増加することで追突事故が減少すると仮説を立て，4交差点においてAI画像解析技術を活用し，比較評価を行うことで交差点コンパクト化の効果検証を行った．

まず，**図-12**，**図-13**に示す通り，信号切り替わり時の交差点進入判断のばらつきを比較すると，停止線間距離が最も長い野田新田交差点は判断がばらつく区間が長く，停止線間距離が短い中川町3交差点では，判断のばらつく区間が短いことを明確化した．また，下奈良交差点では，停止線からの距離が20～30mの区間では，速度の高い車両は通過し，速度の低い車両は停止しており，交通状況によって判断が分かれる結果となった．

次に，**図-14**に示す，交差点流入部を走行する際，後続車がそのままの速度で走行した場合，何秒後に前方車に追突するかを示す指標で，前方車と後続車の車間距離をS，前方車，後続車の速度をそれぞれV_1，V_2とすると次の式で算出されるTTC（衝突までの余裕時間）を4交差点で分析した結果，**図-15**に示す通り，停止線間距離が30m以上である野田新田交差点や下奈良交差点と比較して，停止線間距離が30m以下である中野町5交差点や中川町3交差点は前方車に追突するまでの余裕時間が大きく，追突事故が発生するリスクが低い結果となった．

$$TTC = S/(V_2 - V_1) \qquad (1)$$

これらの結果より，停止線間距離が30m以下程度になると追突事故の削減効果が発現する可能性が高く，今後，交差点コンパクト化による停止線間距離の短縮を検討する際の1つの目安にできると考えている．

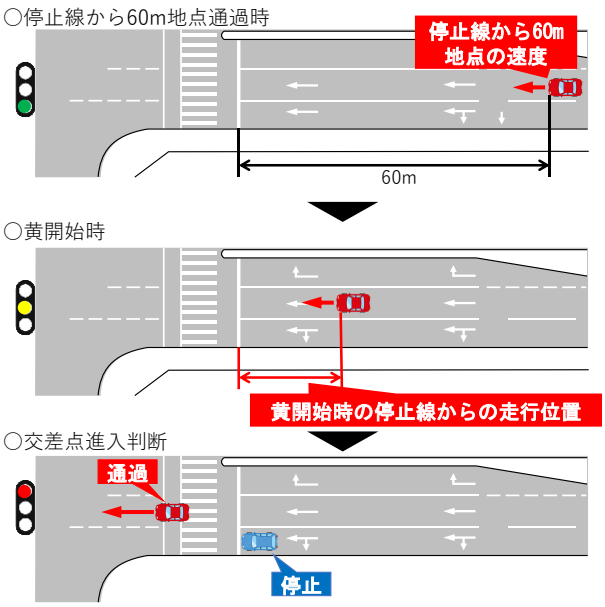


図-12　交差点進入判断のばらつきの評価指標イメージ

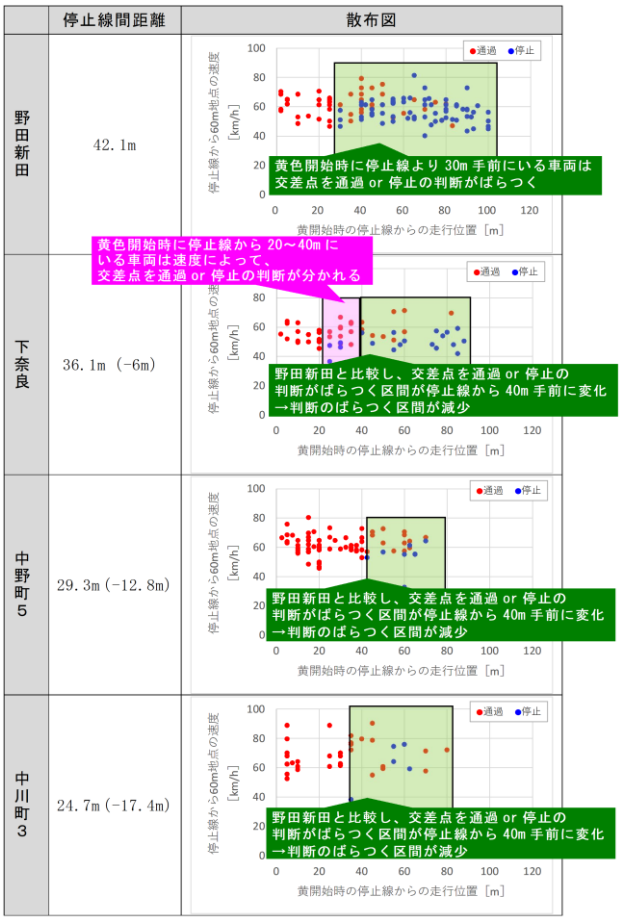


図-13 交差点進入判断のばらつきの比較結果

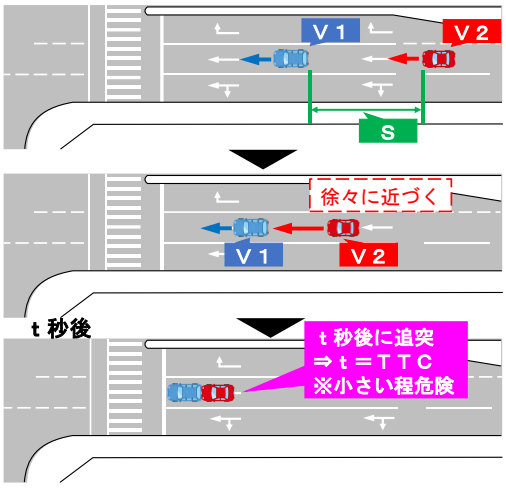


図-14 TTCの算出イメージ

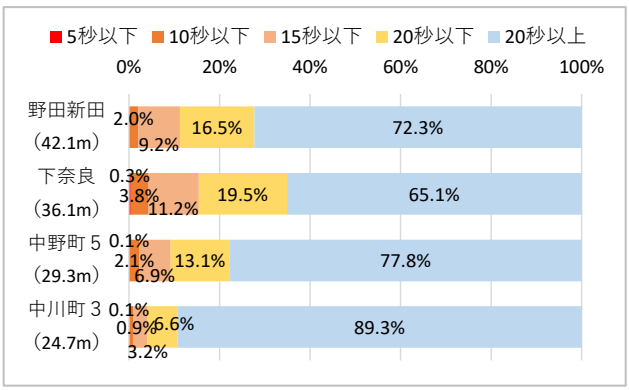


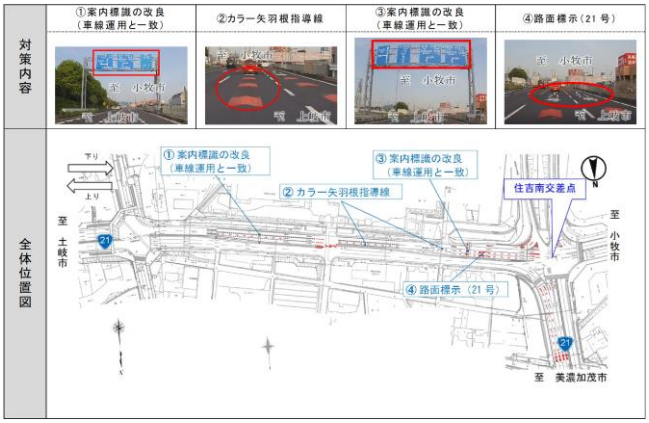
図-15 TTCの比較結果

(2) 道路案内の改善の効果検証

活用したインフラDX技術：アイマークレコーダー

道路案内の改善については，車線運用が複雑な交差点等において，走行すべき車線が明確になり，不要な車線変更が減少することで，追突事故が減少すると想定される．そこで2020年度に道路案内の改善を行った住吉南交差点において，アイマークレコーダーを設置した車両による走行調査を実施し，ドライバーの視点から対策の有効性の評価を行った．

その結果，実施した対策のうち，最も上流側に設置した案内標識は，被験者の半数が注視しているほか，被験者の8割は実施した対策のいずれかを注視していることが明らかになった（図-16）．このことから，多くの利用者が経路判断のため，案内標識や路面表示等の道路案内を活用しており，特に案内標識を注視する利用者が多いことから，道路案内の改善の有効性を明確化できた．



被験者ID	①案内標識の改良（車線運用と一致）	②カラー矢羽根指導線	③案内標識の改良（車線運用と一致）	④路面標示（21号）	注視した対策数
1	○				1
2		○			1
3	○		○		2
4					0
5					0
6	○		○		2
7		○			1
8	○		○	○	3
9	○	○	○		3
10		○		○	2

最も視認（注視）

図-16 実施した対策及び被験者の視認状況の分析結果

5. おわりに

本稿では，交通安全対策箇所における事故要因分析や効果評価等のPDCAサイクルの各段階でインフラDX技術を活用した結果，得られた知見について報告した．

事故要因分析においてはインフラDX技術を活用したことで，多車線道路において，不要な車線変更により，追突事故が発生しやすいことなどの事故発生要因を明確化できる可能性を示すことができた．

効果評価においては，インフラDX技術の活用により，追突事故の削減に向けた対策の効果検証を行い，交差点コンパクト化に関しては，停止線間距離が30m以下程度となると，追突事故の発生リスクが小さくなる可能性をを示すことができ，道路案内の改善に関しては，ドライバーが道路を利用する際，案内標識等を注視しており，案内の強化が道路利用者の迷いを軽減する可能性があることを定量的に示すことができ，今後の対策検討の際に生かせる可能性を示すことができた．

今後は，これまでの取り組みにより得られた知見を踏まえ，新たなインフラDX技術の活用や効果検証結果を踏まえた事故件数の削減に寄与していく所存である．

参考文献

1) 株式会社オリエンタルコンサルタンツ HP https://www.oriconsul.com/news/post_files/200720_news-release01.pdf

(Received ?)
(Accepted ?)

SOPHISTICATION OF EFFORTS TO TRAFFIC SAFETY MEASURES USING DIGITAL TRANSFORMATION

Keita SASAKI, Shigemasa SHIROYAMA, Takayuki YOSHIDA, Kazuho KONDO, Hideki TATEMATSU, Kiyoaki MORIMOTO and Hiroki KAMIYA

The number of traffic accidents on roads managed by the Gifu National Highway Office has been greatly reduced as a result of traffic accident countermeasures. On the other hand, about 500 traffic accidents still occur annually. Therefore, the Gifu National Highway Office has been operating a PDCA cycle to consider effective traffic accident measures to reduce traffic accidents. In this process, infrastructure DX technologies such as CAN data analysis, AI image analysis, and eye mark recorders have been utilized to analyze accident factors, consider traffic accident measures, and evaluate their effectiveness. In this paper,we report on the outline of the infrastructure DX technologies that have been utilized and the effects obtained through their utilization.