

高速道路の交通事故分析における 有意性を考慮した対策効果確認手法の提案と 長期視点での原因分析事例

福富 義章¹・田中 友則²・西田 匡志³・河西 正樹⁴・平井 章一⁵

¹正会員 中日本高速道路（株）八王子支社 交通管制課（〒192-8648 八王子市宇津木町 231）
E-mail: y.fukutomi.aa@c-nexco.co.jp

²非会員 中日本ハイウェイ・エンジニアリング 東京(株) 交通技術課（〒160-0023 新宿区西新宿 1-23-7 8階）

³非会員 中日本高速道路（株）八王子支社 交通管制課（〒192-8648 八王子市宇津木町 231）

⁴非会員 中日本ハイウェイ・エンジニアリング 東京(株) 交通情報課（〒160-0023 新宿区西新宿 1-23-7 8階）

⁵正会員 中日本高速道路（株）八王子支社 交通管制課（〒192-8648 八王子市宇津木町 231）

高速道路における交通事故対策として、高速道路会社らは事故原因の分析、対策工の実施、その効果確認を行っている。しかし、発生確率が稀であるため統計的に有意な母数を確保するのが難しいという交通事故の統計的性質に対して、必ずしも十分な対応がなされてきているとは言えず、対策・分析の経緯もあまり残っていない。この課題を踏まえた上で、事故多発地点の抽出、原因の分析、対策効果の確認、その記録・伝承を試みたので、事例を紹介する。特に、対策効果の確認にあたっては、通過台数をベースとした Poisson 分布による分析手法を提案し、対策完了から 2 ヶ月で有意な事故減少を示すことができた。今後は、適用事例を増やすとともに、提案手法のパラメータ設定方法についての知見を得ることが望まれる。

Key Words: traffic accidents, significance, Poisson distribution, effect verification, cause analysis

1. はじめに

一般的に、道路における交通事故に対しては、中日本高速道路株式会社（以下、「当社」という。）らの道路管理者による対策と、公安委員会・警察による対策とが行われている。このうち、当社の管理する高速道路における前者の対策としては、事故の発生箇所や事故形態を分析した上で、急カーブ等の線形や事故多発地点を知らせる注意喚起標識、視線誘導を意図した反射材・自発光式のデリニエータ等の設置などが行われている。

本稿では、当社で行っている交通事故の分析・対策について、従来の状況とその課題を述べ、それを受けて新しく試行している分析・対策の手法について紹介する。

なお、本稿で事例を交えて紹介する事項については当社の八王子支社の管轄区域（主に東京都多摩地区、山梨県、長野県諏訪・松本地区）が対象範囲であり、中央自動車道（以下、「中央道」という。）の高井戸～伊北、長野自動車道の岡谷 JCT～安曇野などがその中心となる。

また、以降に出現する事故データについては当社調べのもの（物損のみの軽微な事故を含む）であり、実際に

は警察が単独で処理したために当社にデータが無い事故も存在することを注記する。

2. これまでの状況の課題と本稿の目的

(1) これまでの事故対策とその課題

当社による事故対策は従前より行われているが、それらは、対象となる事故事象や地理的な対象範囲の視点で次の二つに大別される。

一つは、当社管内全域で、更には東日本高速道路株式会社・西日本高速道路株式会社や国土交通省と協調して全国単位で、統一的に行われる施策としての事故対策である。このタイプの施策では、対象となる事故事象（またはそのリスク事象）を明確に定め、その対策を講じていく。最近の例としては、逆走対策や、暫定 2 車線の対面通行区間におけるワイヤーロープの設置などが代表的である。これらは、国土交通省が設置した委員会にて対象箇所の選定基準や対策後の評価の方法が審議されており、本稿での議論の対象とはしない。

もう一つは、昔から経験的に知られている事故多発地

点での事故対策である。事故形態や対策内容は地点により様々で、主にその地点を管轄する事務所や支社での分析や経験によって、事故傾向に合った対策が行われている。一例としては、標識令によらない独自の注意喚起標識（例；「急カーブ注意」、「車間距離注意」等）や、舗装面での導流レーンマークの設置等が挙げられる。しかし、このタイプの対策には次のような課題が存在している。

まず、各所でそれぞれに行われてきているものが多いため、対策を行うべき地点の選定や、事故形態ごとに講ずべき対策について、広域・長期での統一的な基準が存在する訳ではない。その都度、当時の担当者の方針で選定されていると思われ、その明確な記録が残っていないものも多い。また、対策後の評価やそれに基づく見直し等が必ずしも適切に行われているとも言えず、年月が経つうちに設置経緯が不明となるケースも、現実として存在している。

この結果、例えば設置経緯不明の標識に、経年による劣化・損傷や、別の事業による支障移転の必要が生じた際に、その対策に本当に効果があったのか（そもそも更新・移設をする必要があるのか否か）、移設後の位置が当初の設置経緯に合致しているのか等を判断することができない。こうしたケースでは、実際には「なるべく現状を維持」することになるが、理想的・合理的には、避けるべき事態である。

一方で、死亡事故などの重大事故が発生したこと等を契機とした新たな対策が講じられることは現在でも続いており、無策であれば今後も同様の課題が増加していくことが懸念される。

(2) これまでの事故分析とその課題

上述した事故対策をはじめとする各種施策のための基礎データとして、事故状況の分析を毎年行っている。八王子支社の場合は、IC間や1kp毎といった区分で、当該1年間と、過去5年間を対象に、事故形態の特徴や、経年変化の傾向を分析している。

しかし、交通事故分析一般に言えることであるが、交通事故は発生確率が非常に低い事象であるため、統計的に有意な分析を行うために必要なデータ数を確保するのが難しい。事故多発「地点」として「ある程度同一の事故リスク特性を持つと見做せる空間」の道路延長は、長くても数 km 程度、事故リスクとして線形要素が支配的な急曲線部等では数百 m 程度だと考えられる。この程度の延長では、八王子支社管内の場合、多い地点でも年間10~20件前後であり、死傷事故に限れば10件未満であることが殆どである。交通量の少ない地方部においては更に件数が少なくなる。

このため、過去5年間の事故件数に基づく従来の分析

からは、たとえ短いスパンで事故が続いたとしても、それが偶然性によるものなのか、統計的に有意でありリスク要因に何らかの変化があったのか、判断することが困難であることが多い。しかし実際には、統計的な有意性を十分に確認しないままに、長くても3~5年程度の視点で「事故が増えた・減った」という議論が為されてきたのが実情である。

なお、近年ではETC2.0プローブ情報の挙動履歴・走行履歴データ等を用いた事故抑制効果の確認も行われているもののその分析には課題も多く、実際の事故発生件数は依然として重要な指標である。

(3) 本稿の目的と適用対象

以上の課題を踏まえ、筆者らは、次の視点から八王子支社管内の事故を分析し、対策を行うこととした。

- 事故の多寡の分析にあたっては、単純な事故件数だけでなく交通量（台 km ベース）あたりの事故率も考慮し、対策効果の確認に際しては統計的な有意性も考慮した分析を行うこと
- 直近数年の傾向のみならず、必要に応じ10~20年程度の状況も併せて確認することで、十分な母数を確保し、また、長期的な傾向を確認した分析を行うこと
- 具体的な事故対策を実施した箇所については、その地点の選定、対策内容の策定の経緯等の背景事情が長期的に残り、継続した効果分析が可能となるような仕組みを作ること

最近の事故対策の施策としては、2019年9月に国土交通省から発表された「高速道路における安全・安心基本計画」¹⁾に基づいて、同年12月に当社が発表した「高速道路における安全・安心実施計画」²⁾において、当社管内の事故多発地点における集中的な対策を実施している。この取り組みは全国的・全社的なものであり、対策の効果を含めて確認することにはなっているものの、事故の多寡の分析、対象地点の抽出、効果の分析等についての具体的・統一的な手法が示されている訳ではなく、上述の課題が残り続けるものと思われた。

そこで筆者らは、この事故対策事業を進めていく中で上述の取り組みを実行することとした。2022年2月現在、対象地点の選定を完了し、現地への施工を順次進めている他、完了した一部の対策については、効果検証を始めたところである。

本稿執筆の目的は、この分析・対策事例を広く社会に報告することで、他道路管理者における同様の課題の解決や、分析・対策の手法の改善に向けた議論の一助とすることである。

3. 事故多発箇所の抽出

事故対策においては、限られた予算・時間の中でより高い効果を得るため、優先順位を付ける必要がある。このため、何らかの指標を定めることになるが、後述するように、数値の基準 1 つだけでは、必ずしも直感的な「事故が多い地点」に合致した地点が抽出されるとは限らない。また、この時点では対象範囲は全路線であり、それら全てについて長期的かつ仔細な分析を行うことは、所要時間の面から現実的・合理的ではない。

このため、次のような手順で、複合的な分析を行って対象地点を決定することとした。

(1) IC 区間事故率による抽出

まず、比較的簡単な指標として、直近 1 年間の IC 区間別（上下集約）の事故率（億台 km あたり事故件数）を算出した。IC 区間単位であれば、比較的まとまった事故件数となるため 1 年分であってもある程度の分析が可能である他、集計も容易である。

一方で、交通量の少ない区間や、IC 間距離が極端に短い区間では、偶然その年に事故が多かった場合、事故率が鋭敏に高く出てしまうという問題がある。逆に、線形要因等で短い区間に事故が集中するような地点が、IC 間距離が長い区間に含まれる場合には、IC 区間内で均されて漏れてしまうこともある。

実際に抽出された区間のうち、例えば中央道で最も都心側に位置する高井戸～調布間は、直感的にも合致している。この区間は平日の上りで毎朝渋滞が発生する重交通区間であり、後の分析でも平日朝の渋滞渦中の事故が多いことがわかっている。一方で、上述した理由から、実際には殆ど事故が起きないような中部横断自動車道の区間も上位に抽出されていた。

(2) 1kp 毎の事故件数による抽出

上述の問題を補正するため、直近 3 年間の 1kp 毎（上下別）の事故件数を参照した。なお、単純な件数の多寡だけで降順に並べるのでは、交通量の多い都心部ばかりが抽出されることになるため、20km 程度の幅の中でピークが立っている箇所や、(1)で抽出した区間との対照も踏まえて判断した。

なお、年数を増やしたのは、区間を細分化したことにより値が疎らになることの影響を低減するためであるが、あまり古い値を入れると直近で対策された効果を踏まえないこととなるため、3年分を集計することとした。

概ね(1)で抽出した区間と同様の地点が抽出されたが、交通量の少なさや IC 間距離の短さを背景に偶然事故率が高く出たような区間を取り除くことができた。

(3) 個別の悪線形箇所の確認

事故の絶対的件数は多くはないものの、交通量に対する事故率が突出して高いような箇所を抽出するため、主に交通量の少ない山間部について、特に線形が悪い箇所の前後を対象に、実際の事故件数・事故率を確認した。

この作業では、中央道大月 JCT～勝沼間下り 89kp や、中央道長坂～須玉上り 133kp を抽出した。どちらも、長い下り坂が続いた後に急曲線が現れる地点である。

なお、ここでは実際の事故状況の確認に留めたため詳細な分析は未了であるが、単に急曲線なだけ、下り急勾配なだけの地点ではそれほど事故の突出は見られなかった。一方、その地点まで連続して続いてきた下り坂の延長・平均勾配・直近の勾配等の値が事故件数に影響を与えているようであり、ある地点での事故リスクを線形要素から定式化することを考えた場合に、これらの要素をパラメータとして採用することが有効であると考えられる。

(4) 対象地点の決定

上記(1)～(3)で抽出した箇所について、100m 毎に細分化した 10 年分の事故件数を年別に集計し、主な事故原因も踏まえて、事故が集中している地点を決定した。対象地点の延長は、急曲線等の線形に起因すると思われる箇所、JCT・IC の合流部等の車両の錯綜に起因すると思われる箇所では数百 m 程度、渋滞渦中・末尾やトンネル内といった環境に起因すると思われる箇所では数 km 程度とした。

対象地点の事故率はここ数年、概ね 100～300 件/億台 km で推移していた。八王子支社管内全体での値である 36.4 件/億台 km (2021 年、速報値) と比較しても顕著に高い状態が続いており、事故多発地点が正しく抽出できたと考えられる。

4. 事故対策の即時的効果検証手法の提案

本稿前半で、事故件数変化の分析にあたっての現在の課題を述べた。即ち、交通事故は発生確率が非常に低い事象であるため統計的に有意な分析を行うために必要なデータ数を確保するのが難しいにもかかわらず、統計的な有意性を十分に確認しないままに「事故が増えた・減った」という議論が為されてきたという実情である。

この課題の解決を試みるため、次のような効果検証の方法を提案する。ここでは、既に一定の対策が現地で完了した対象地点について、本手法を適用した事例を挙げながら、その結果を述べる。

(1) Poisson 分布の設定

交通事故の発生という現象は一般に、ある互いに独立な試行（車 1 台の通過）に対し、特定の事象（事故）が、毎回一定の確率 p で発生するものと見做せる（厳密には独立試行・一定確率ではないが、ここでは先例に倣い、そのような仮定を置く）。このとき、事故の発生件数は二項分布に従うと見做せる。また、交通事故の場合、 p は非常に小さいため、試行の数 n （通過台数）が十分に大きいとき、 $\lambda := np$ で定義される λ を一定としながら $n \rightarrow \infty$ として（即ち $p \rightarrow 0$ として）、二項分布の極限である母数 λ の Poisson 分布 $Po(\lambda)$ を得る。以下、事故の発生件数は Poisson 分布に従うものとして議論を進める。

Poisson 分布での分析の基準となる「1 ヶ月あたりの…」といった単位量は、二項分布・Poisson 分布における独立試行を多数集めたもの、つまり n を一定の大きさとまとめたものである。一般的に、事故件数の分析ではこれを 1 ヶ月や 1 年といった時間で設定することが多いが、上述の Poisson 分布の導出を考えれば必ずしも時間単位である必要は無く、寧ろ、通過台数が判っているのであれば台数を基準とするのが適切である。ここでは、「通過台数 1 万台あたり」として設定した。即ち、 $N := n/10000$ と定義した。このとき、 λ は通過 1 万台あたりの平均事故件数となる。この設定の下で、十分多くの n 台が通過したときの総事故件数は、この Poisson 母集団 $Po(\lambda)$ からの N 回の無作為抽出の標本和の標本分布に従うと言える。なお、この分布も Poisson 分布であり、 $Po(N\lambda)$ となる。

(2) 統計的有意性を考慮した分析手法と適用対象

中央道上路線談合坂スマート～上野原間 56.6kp～50.2kp は、全体的に下り坂が多いためスピードが出易い他、休日の午後を中心に小仏トンネルを先頭とする渋滞の最後尾となる時間帯が多い区間であり、渋滞渦中の事



図-1 中央道上路線談合坂スマート～上野原で殉職事故を受けて実施した緊急事故対策の例（イメージであり、同区間の写真でないものがある）

故を中心に、渋滞末尾、非渋滞時の事故も満遍なく多い地点である。2019 年 11 月には、事故処理にあたった交通管理隊の隊員が後続車両にはねられて殉職するという痛ましい事故が起きており、その後 2020 年 4 月までの間に、図-1 に示すような緊急的な事故対策が行われた。今回は、提案手法を用いて、その緊急対策の効果を検証した。

対策前の事前期間として、2014 年から 2019 年の 6 年間を設定した。この間、5542.6 万台の通過に対して、事故は 680 件（事故率は 188.7 件/億台 km）であったので、 $\lambda = 680/5542.6 = 0.123$ である。これを事前の真値と見做して $\lambda_0 := 0.123$ と定義し、事前分布を Poisson 分布 $Po(\lambda_0)$ とする。

一方、対策が完了した 2020 年 4 月 25 日から任意の期間を事後とする。この間の通過台数を N 万台、事後の通過 1 万台あたりの平均事故件数の「真値」を λ_1 （これは未知である）とすると、この間の総事故件数は、事後の Poisson 分布 $Po(\lambda_1)$ からの無作為標本 X_1, \dots, X_N の和と見做せる。いま、興味の対象は未知の λ_1 である。ここで、標本 X_1, \dots, X_N の平均（即ち、事後期間で実際に観測された 1 万台あたり平均事故件数） \bar{X} は、 λ_1 のよい点推定量（最小分散不偏推定量）である。しかし、 N が小さい場合にはその値の持つ有意性は低いと考えられるのが、今の課題であった。

さて、 \bar{X} の分布は Poisson 分布ではないが、 N が十分に大きいとき（一般に $N \geq 30$ が基準とされる）、中心極限定理より、 \bar{X} は正規分布 $N(\lambda_1, \lambda_1/N)$ に従う。即ち、

$$Z_1 := \frac{\bar{X} - \lambda_1}{\sqrt{\frac{\lambda_1}{N}}}$$

とすれば、 $Z_1 \sim N(0, 1)$ である。ここでは、対策後に事故が有意に減少したのか否かを調べたいので、帰無仮説 $H_0: \lambda_1 = \lambda_0$ を対立仮説 $H_1: \lambda_1 < \lambda_0$ に対して検定すればよい。このとき、

$$Z := \frac{\bar{X} - \lambda_0}{\sqrt{\frac{\lambda_0}{N}}}$$

とすると、有意水準 5% で片側検定するとすれば、 $Z \leq -z_{0.05} = -1.6449$ であれば有意に事故が減少したと言える。

次に、 λ_1 の具体的な値を、有意性を持って推定することを考える。一般に、Poisson 母集団 $Po(\lambda)$ からの標本 X_1, \dots, X_N の標本平均 \bar{X} に対し、母平均 λ に関する信頼係数 $100(1 - \alpha)\%$ の信頼区間は、 N が十分に大きいとき、

$$\left[\bar{X} \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\bar{X}/N} \right]$$

で近似できる。即ち、この区間は確率 $100(1 - \alpha)\%$ で

未知の母平均 λ を含む。本事例では、この信頼区間の上限値を λ_1 の安全側の推定値として用いれば、事後の真の事故状況は、悪くともその程度であると有意に言える。

なお、本手法では2つの近似を前提としている。即ち、単位 N あたりの事故発生件数が従う二項分布を Poisson 分布と見做すことと、 \bar{X} の標本分布を正規分布と見做すことを前提としている点に留意する必要がある、これは N の決め方($N := n/k$ としたとき、 k を幾つにするか)に関係してくる。 k の値は前者の仮定を満たす範囲(小さくし過ぎると前者の近似が成り立たない)で自由に設定して構わないが、大きくし過ぎると後者の近似を成り立たせるために必要な通過台数(最低検証期間)が長くなる。今回は1万台単位($k = 10000$)としているが、これは λ が小さくなり過ぎて見にくくなりすぎることを防ぐ観点から決めたものであり、妥当な k の最小値は本稿では議論しない。

なお、 N は整数になるとは限らないが、後者の近似が成り立つ程度に大きければ、そのまま Z を計算した結果を以て議論しても差し支えないと考えられる。

(3) 経過期間ごとの適用結果

先述した事例について、経過期間ごとに提案手法の適用結果を述べる。下記のとおり、概ね1,2ヶ月で事故の有意な減少を示すことができた。表-1はその概要である。

表-1 提案手法の適用結果の概要
太字は有意に減少(有意水準5%)

	総台数 (万台)	1万台 事故数 λ_0	観測 事故率 (件/ 億台 km)	事故率 95% 信頼区間 上限
事前 2014~19	5542.55	0.123	188.7	—
事後	N	\bar{X}		
1週間	8.06	0	0	(0)
1ヶ月	34.82	0.029	44.2	130.8
2ヶ月	88.15	0.023	34.9	83.3
3ヶ月	148.72	0.034	51.7	97.1
6ヶ月	372.19	0.075	115.7	158.6
1年	747.13	0.083	127.7	159.4
1年10月	1451.15	0.081	125.1	147.7

a) 事前(再掲)

事前対象期間：2014年1月1日～2019年12月31日
 期間総交通量：5542.55万台
 事故件数：680件
 事故率：188.7件/億台 km
 1万台事故数： $\lambda_0 = 0.123$

b) 対策後1週間

事後対象期間：2020年4月25日～5月1日
 期間総交通量：80,594台 ($N = 8.06$)
 事故件数：0件
 事故率：0件/億台 km
 1万台事故数： $\bar{X} = 0$
 $Z = -0.9944$ (p 値は0.1600)

この時点では、そもそも N が小さすぎ、中心極限定理における近似が成り立たない。それを無視して計算しても、事故件数は0であるが、増減について有意なことは言えない。

なお、この期間は新型コロナウイルス感染拡大に伴う1回目の緊急事態宣言を受けて交通量が急激に減少していた期間であり、交通特性が事前と大きく変化している可能性があることを注記する。(以下同じ)

c) 対策後1ヶ月間

事後対象期間：2020年4月25日～5月24日
 期間総交通量：348,240台 ($N = 34.82$)
 事故件数：1件
 事故率：44.2件/億台 km
 1万台事故数： $\bar{X} = 0.0287$
 $Z = -1.5832$ (p 値は0.05669)

この時点では、事故が減少しており、有意水準5%で有意とは言えないが、 p 値は5.7%まで低下している。有意水準5%で事故が減少していると言える総事故件数は0.87件以下であり、仮にこの時点で事故が発生していなければ、この時点で有意性を示せた。

d) 対策後2ヶ月間

事後対象期間：2020年4月25日～6月24日
 期間総交通量：881,531台 ($N = 88.15$)
 事故件数：2件
 事故率：34.9件/億台 km
 1万台事故数： $\bar{X} = 0.0227$
 $Z = -2.6805$ (p 値は 3.676×10^{-3})

この時点で、事故が有意に減少している。有意水準5%で事故が減少していると言える総事故件数は5.41件以下である。但し、まだ N が小さく \bar{X}/N が大きいため、具体的な事故件数の95%信頼区間を機械的に計算すると、台 km ベース事故率換算で-13.5~83.3件/億台 km と実用に適さないほど広い。

e) 対策後3ヶ月間

事後対象期間：2020年4月25日～7月24日
 期間総交通量：1,487,226台 ($N = 148.72$)
 事故件数：5件
 事故率：51.7件/億台 km
 1万台事故数： $\bar{X} = 0.0336$
 $Z = -3.1010$ (p 値は 9.643×10^{-4})

事故の減少は変わらず有意である。有意水準5%で事

故が減少していると言える総事故件数は 11.22 件以下である。事故率の 95%信頼区間は 6.4~97.1 件/億台 km と依然として広い。

f) 対策後 6 ヶ月間

事後対象期間：2020 年 4 月 25 日~10 月 24 日

期間総交通量：3,721,866 台 ($N = 372.19$)

事故件数：28 件

事故率：115.7 件/億台 km

1 万台事故数： $\bar{X} = 0.0752$

$Z = -2.6138$ (p 値は 4.478×10^{-3})

事故の減少は変わらず有意である。有意水準 5%で事故が減少していると言える総事故件数は 34.55 件以下である。事故率の 95%信頼区間は 72.9~158.6 件/億台 km であり、後述する事情が原因と思われる中心の上振れは見られるものの、事前の事故率と比較してどの程度減ったのかが、ある程度見えるようになった。

なお、実際の事故状況を見ると、7 月までと比べて土日・お盆・シルバーウィークを中心に事故が急増しており、新型コロナウイルス感染の一時的な落ち着きや、Go To トラベルキャンペーン (7 月 22 日から宿泊費割引開始、10 月 1 日から地域共通クーポン発行開始) の影響で、交通量の増加や運転者特性の変化が起こり、それに伴って事故特性 (Poisson 分布) そのものが変化したと考えられる。但し、本稿ではあくまで提案手法の適用事例を示すものであり、この変化について詳細な分析は行わない。

g) 対策後 1 年間

事後対象期間：2020 年 4 月 25 日~2021 年 4 月 24 日

期間総交通量：7,471,256 台 ($N = 747.13$)

事故件数：62 件

事故率：127.7 件/億台 km

1 万台事故数： $\bar{X} = 0.0830$

$Z = -3.0982$ (p 値は 9.736×10^{-4})

事故の減少は変わらず有意である。有意水準 5%で事故が減少していると言える総事故件数は 75.91 件以下である。事故率の 95%信頼区間は 95.9~159.4 件/億台 km である。

h) 対策後 1 年 10 ヶ月間

事後対象期間：2020 年 4 月 25 日~2022 年 2 月 28 日

期間総交通量：14,511,479 台 ($N = 1451.15$)

事故件数：118 件

事故率：125.1 件/億台 km

1 万台事故数： $\bar{X} = 0.0813$

$Z = -4.4994$ (p 値は 3.407×10^{-6})

事故の減少は変わらず有意である。有意水準 5%で事故が減少していると言える総事故件数は 156.09 件以下である。事故率の 95%信頼区間は 102.5~147.7 件/億台 km である。

5. 長期間を対象とした事故傾向の分析

第 3 章で決定した各対象地点に対しては、事故原因の現状分析を行っている。この際、直近 5 年程度の事故傾向を基本とした分析を行ったが、交通量・件数が少ない地点については母数が少なく偶然性の影響が大きいという問題があった。また、特に交通状況・走行環境が変化するような事象が見当たらないにもかかわらず、ここ 2、3 年で事故が急増している地点があった。これらの地点については、過去 20 年分の事故状況を分析することとした。

なお、20 年の長期で分析を行う場合、線形要因は殆ど変化していないと思われる一方で、既存の対策工の状況、渋滞状況、社会全体での運転特性、運転補助装置の普及状況などは、現在とは大きく異なっている可能性がある。また、降雪・積雪が少ない地域では、数年に一度の豪雪となった日に集中して発生した大量の事故件数を含んでしまう等の特異事象の影響を受けることがある。データの取扱いにあたっては、これらのことに留意する必要がある。

(1) 交通量と事故件数が少ない箇所での事例

中央道下り線の大月 JCT~勝沼間 89.0kp~89.3kp は、事故率 420.4 件/億台 km (2021 年、速報値)、直近 5 年間でも事故率が 190 件/億台 km を下回ったことが無い地点である。10km 以上にわたって下り坂が続き、そのうち直近 3km は 5%の急勾配であるため、無意識に速度超過に陥り易い。そのような勾配の中で、ほぼ直線に見える R=3600m の緩い左カーブの後、R=600m の急な左カーブが現れる箇所が、当該地点である。

しかし、当該地点の交通量は新型コロナウイルス前でも 1 日あたり 2 万台強と少なく、事故件数で言えば例年 5~10 件前後であった。このため、時間帯・天候・運転者属性・事故形態といった要因別にクロス集計を行うことは困難であった。そこで、過去 20 年分の事故データを収集して、要因分析を行った。

その結果、この地点では、前後の地点に比べて

- 路面湿潤時に事故が急増する
- 1 件の事故が発生すると、別件事故を誘発し易いということが判明した。

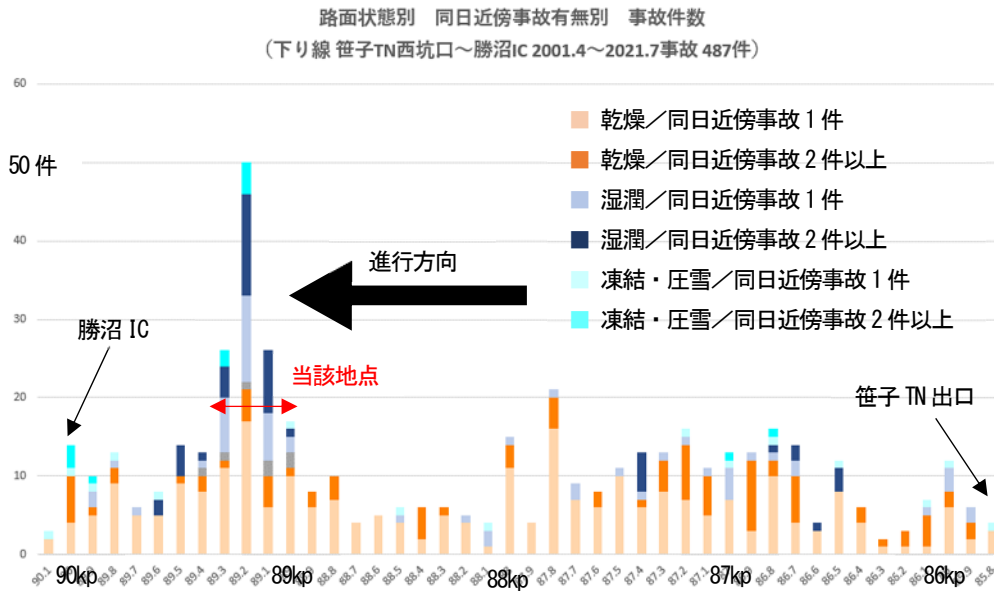


図2 中央道下り 大月 JCT～勝沼における長期の0.1kp別事故状況

図2が、2001年4月から2021年7月の、この地点を含む85.8kp（笹子 TN 出口）～90.1kp（勝沼 IC）の100m毎の事故件数を、路面状態と、同日・前後500m以内での別の事故の有無の別に示したものである。

現在は、この分析結果を受けて、速度抑制の諸対策の他、すべり抵抗値を高める舗装の導入、事故発生を速やかに後続車に伝えるためのLED表示板の上流への設置等を計画している。

(2) 経年変化が長周期だった事例

中央道上り線の上野原～相模湖間47.9kp～47.6kpは、中央道で最急であるR=260mの右カーブを含み、年間事故件数25件、事故率720.9件/億台km（いずれも2021年、速報値、渋滞時・非渋滞時を問わない全事故）に達する地点である。一方で、2017年、2018年の事故件数はそれぞれ3件、2件であり、2019年に15件と急増している。この急増に対し、特に交通状況・走行環境が変化するような事象に思い当たるものが無かったため、2001～2021年の過去21年分の事故データを分析した。

なお、当該地点は休日の午後を中心に小仏トンネルを先頭とする渋滞の影響を顕著に受けるため事故発生時の渋滞の有無を調べたが、21年間で277件の事故のうち87%にあたる240件が非渋滞時だったため、以降は非渋滞時の事故に限定した分析結果を述べる。

分析の結果、図3のとおり、

- 路面湿潤時の事故が大半を占める
- 事故件数が5～10年程度の周期で増減を繰り返している

ということが判明した。

この結果のうち、特に後者が興味深いものだったため舗装の補修履歴を調べたところ、事故件数が大幅な減少に転じている2015年、2006年、2002年には、いずれもこの区間内で表層の補修（部分的ではなく、車線全幅にわたる補修）が行われていることが分かった（2014年の減少原因は不明）。また、季節変動等を含めた詳細を調べるため、月別に件数を整理したのが図4である。なお、2006年、2002年の舗装補修は施工時期の記録が年度単位でしか残っておらず詳細な施工月は不明である。

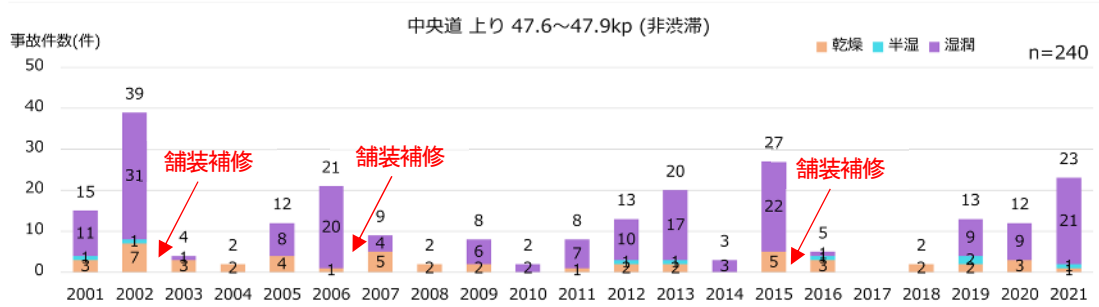


図3 中央道上り 上野原～相模湖における長期の年別・路面状態別事故状況

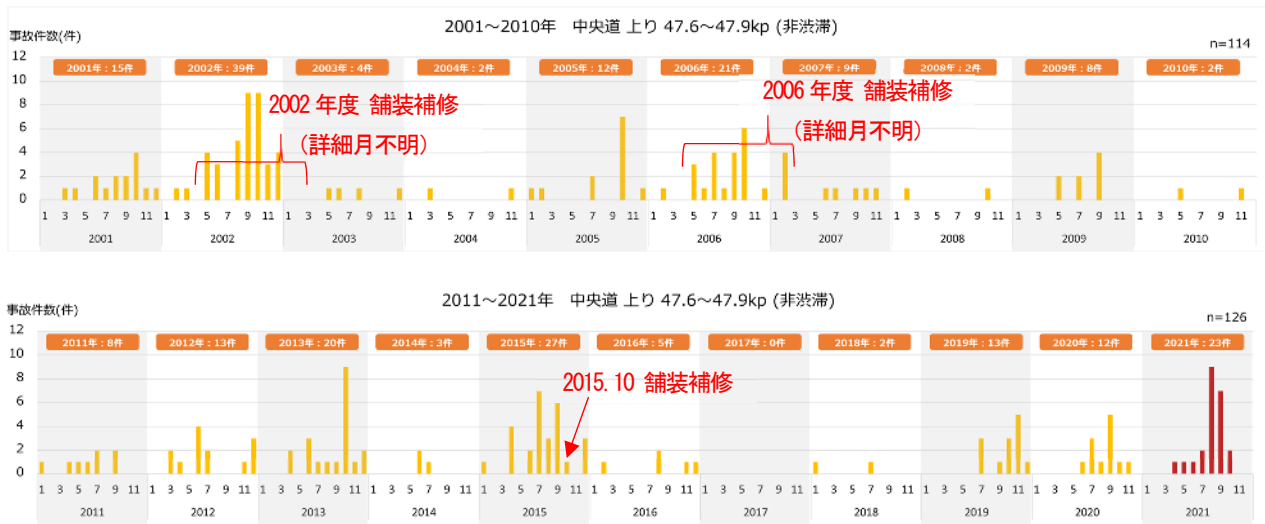


図4 中央道上り 上野原～相模湖における長期の月別事故状況

図4からは、比較的雨がが多い5～12月に事故が集中していること、補修直後には事故が急減すると思われることがわかる。このため、補修による排水機能の向上（最も古い2002年でも既に高機能1型の舗装が採用されている）や、区画線の引き直しによる線形視認性の向上により事故が急減した後、これらが経年劣化した頃の雨天時に事故が急増する、というメカニズムが推察される。

今後は、この地点および類似した地点については、舗装や区画線の補修頻度を高くするような基準の策定も視野に、分析を続けていく予定である。

6. 事故対策経緯の記録とその継承

冒頭で述べた課題の1つに、過去に行われた事故対策の経緯が経年によって不明となってしまうことを挙げた。これは、事故対策の内容等を記録した書類を記録する仕組みが、現時点で存在しないことによる。実際に設置した標識や舗装といった構造物の施工時期、図面・仕様等は体系的に記録・保存されるシステム・仕組みがあるものの、施工に至った経緯までは（各工事の契約関係書類と共に保存されている可能性はあるものの）記録されおらず、単純な経年劣化による補修・取替等の記録とも区別がつかない。局所的な事故対策工は、大規模な建設事業やリニューアル事業と異なり、設計報告書のような記録も無いことが殆どである。その結果、設置に至った経緯は、部課の共有フォルダや担当者の個人的な資料の中だけに保存されることが多い。

この課題を解決するため、次のような方策を計画している。八王子支社では、毎年「交通統計報告書」を作成しており、この中に交通量、渋滞、事故等の交通に関する種々のデータが収録されている。これは20年以上前の日本道路公団時代から体系的に整理・保存されており、

今後も同様である可能性が高い。このため、この報告書の中に、抽出した事故多発地点、その抽出経緯、地点ごとの事故状況、実施した対策を記録していくこととすれば、上述の課題は解決できると考えている。

7. まとめと今後の課題

本稿では、当社八王子支社で取り組んでいる事故対策について、事故多発地点の抽出方法、事故対策工の効果検証、長期視点での事故原因分析、これらの経緯の記録と継承、という視点で紹介した。特に、効果検証については、従来の単なる事故件数の増減分析に留まらず、事故が減ったと言える観測数や、どの程度減ったかを、有意に示す手法を提案し、施工完了から2ヶ月で減少を示せるという実例を述べた。

一方で、Poisson分布の集計単位 k の選び方や、事故件数・事故率といった指標の目標値に対して、区間推定値の信頼区間上限値や幅がどの程度となれば目標達成として良いのか等は、今後検討する必要がある。

他にも、事故の社会的影響度の指標として事故率と事故件数等のデータをどのような寄与度で組み合わせるのが適切なのかや、第3章で述べた事故リスク指標を線形要素から定式化することも、重要な検討対象だと考えられる。特に後者は計画段階でも適用できることから、新線建設や4車線化等の際に有効であろう。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局 高速道路課：高速道路における安全・安心基本計画, https://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_001229.html, 2019.
- 2) 中日本高速道路株式会社：高速道路における安全・安心実施計画, https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/4703.html, 2019.

A PROPOSAL OF SIGNIFICANT METHOD FOR EFFECT VERIFICATION
AND EXAMPLES OF CAUSE ANALYSIS FROM A LONG-TERM PERSPECTIVE
IN ANATOMY OF TRAFFIC ACCIDENTS DATA ON FREEWAYS

Yoshiaki FUKUTOMI,
Tomonori TANAKA, Tadashi NISHIDA, Masaki KASAI and Shoichi HIRAI

For traffic accidents reduction in freeways, Japanese Expressway Companies (NEXCOs) analyze cause, build traffic equipment, and verify the effects of them. However, it cannot be said that sufficient analysis have been taken against the statistical nature of traffic accidents, which is that it is hard to collect a statistically significant amount of data because of the rareness. It is also a problem that few previous analysis remains in companies. Considering these problems, we tried to extract where accidents occur frequently, analyze cause, verify the effects of countermeasures, and pass the results of these anatomy on to the next generation, so we will introduce some examples. In particular, in verification of the effect of measures, we succeed to show a statistically significant reduction of accidents in two months from the completion of work in the field, using proposed method with the Poisson distribution based on the number of passing vehicles. In the future, application cases should be increased, and we should discuss how to set parameters of the method.