

AI画像解析を用いたセンターライン等 区画線検知技術の開発

川上 顕士朗

中部地方整備局 高山国道事務所 管理第二課 (〒506-0055岐阜県高山市上岡本町7-425)

高山国道管内の直轄道路は、正面衝突や工作物衝等の死亡事故につながりやすい事故が多い傾向にあり、管内の交通安全確保の面から喫緊の課題となっている。正面衝突事故の削減に向けては、中長期的な中央分離帯の設置が重要であるが、短期的には、センターライン等の区画線管理の高度化により、自動車の安全運転支援機能が発揮しやすい道路空間の提供が求められる。本稿では、DX関連技術を活用し、安全な道路空間を構築するための方策の一つとして、AI画像解析技術を用いた区画線管理の試行を行った。

キーワード 交通事故、正面衝突、AI画像解析、区画線管理

1. はじめに

高山国道事務所は、岐阜県飛騨地域の国道41号（下呂市～飛騨市）と中部縦貫自動車道（高山清見道路）の整備・管理を行っている。このうち、国道41号は、延長の大半を山地部が占めるとともに、2車線の対面通行として整備されている区間が多い。

管内の交通事故は、直近10年間で死傷事故件数が1/3程度に減少している一方で、重大事故や死亡事故は、件数が少なく年毎のばらつきが大きいものの、死傷事故ほどの削減が図られていない点が課題である。

山地部の道路は、交通量が少なく速度が出しやすい一方で、2車線の対面通行区間であることから、平面線形の厳しい箇所でのハンドル操作ミスや瞬間的な気の緩みによる車線逸脱を要因として、死亡事故等の重大事故に至りやすい正面衝突事故や車両単独事故が発生している。

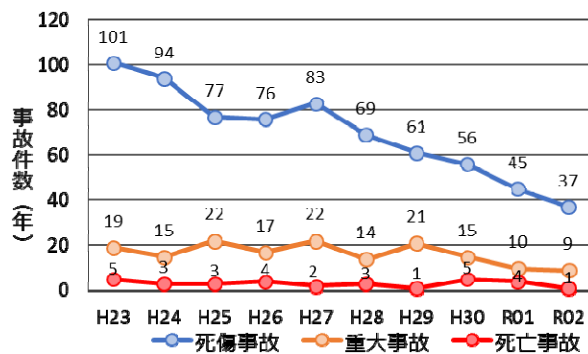


図-1 交通事故件数の推移

(2) 事故類型別にみた交通事故特性

図-2より、高山国道事務所とその他の岐阜県内の交通事故類型を比較すると、「人対車両」や「正面衝突」、「工作物衝突（単独事故）」が多いことが分かる。

2. 高山国道事務所管内の交通事故特性

(1) 交通事故件数の推移

高山国道管内における直轄国道（国道41号・中部縦貫自動車道）の死傷事故件数は経年的に減少し、令和2年は、平成23年に比べ約6割の削減が図られた。これに対し、死亡事故やこれを含む重大事故は、発生件数が少ないため年によってばらつきが大きいものの、10年前とほぼ同水準で推移しており、死傷事故の減少が、死亡者数や重傷者数の削減に結びついていない点が課題である。

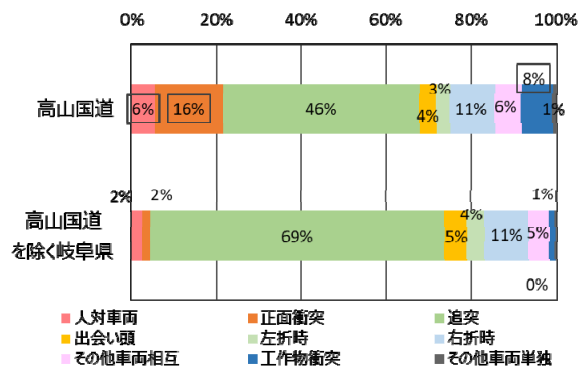


図-2 高山国道事務所管内の事故類型の特徴

直近10年間の交通事故を、近4年（H30年～R2年）と当初4年（H23年～H26年）に分けて事故類型の構成比の推移をみると、近年は、「人対車両」や「正面衝突」、「出会い頭」の構成比が高まっていることが確認できる。

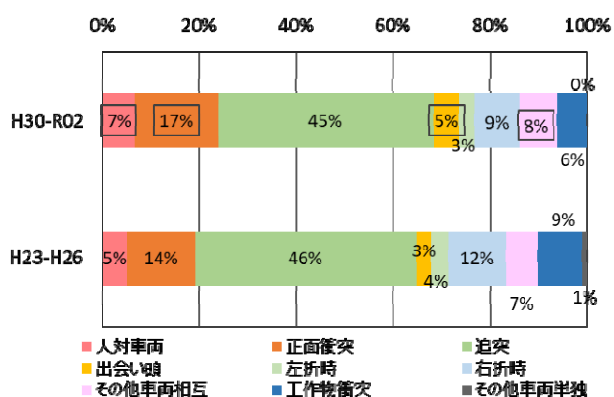


図-3 高山国道事務所管内の事故類型の推移

直近10年間の事故類型別の負傷程度の構成比をみると、高山国道管内において発生しやすい傾向にある人対車両や正面衝突、工作物衝突事故等の事故類型は、他の種類の事故に比べ、死亡事故や重大事故の構成比が高いことが確認できる。

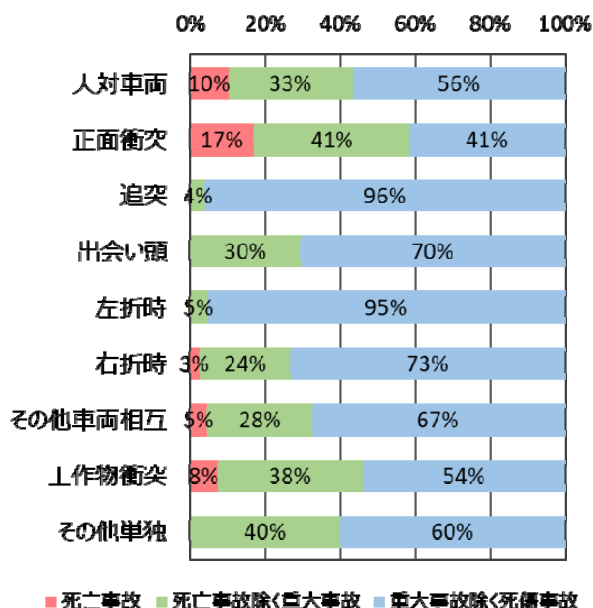


図-4 事故類型別死亡事故・重大事故の構成比

高山国道管内の直轄国道の死傷事故件数は岐阜県の約6%（H29～R2）と少なく、経年的にみても順調な減少傾向がみられる一方で、死亡事故につながりやすい「人対車両」、「正面衝突」、「工作物衝突」の構成比が高く、特に「人対車両」や「正面衝突」は、他の事故類型に比べ、経年的な減少傾向も小さいことから、これらの事故に着目した交通事故対策が求められている。

3. 正面衝突事故の発生要因

直近10年間（H23～R2年）に発生した直轄国道での正面衝突事故において、第一当事者の9割以上が安全運転義務違反によるものであり、特に前方不注意が直接の要因と考えられる。正面衝突事故発生時の行動類型は、直進走行中が9割以上、道路線形は左カーブが約半数を占める。漫然運転や車内外での事象に気を取られた際に前方不注意となり、左カーブ走行中に外側に振られ、対向車線への飛び出しが起きている様子が窺える。

表-1 正面衝突事故における所管内の事故類型の推移

法令違反		正面衝突事故件数	構成比
通行区分違反	右側通行	4	4%
最高速度違反		3	3%
優先通行妨害等		1	1%
交差点安全進行義務違反		1	1%
過労運転		1	1%
安全運転義務違反	ハンドル操作不適	6	5%
	ブレーキ操作不適	8	7%
	前方不注意 内在的	43	39%
	前方不注意 外在的	29	26%
	安全速度	14	13%
	その他	1	1%

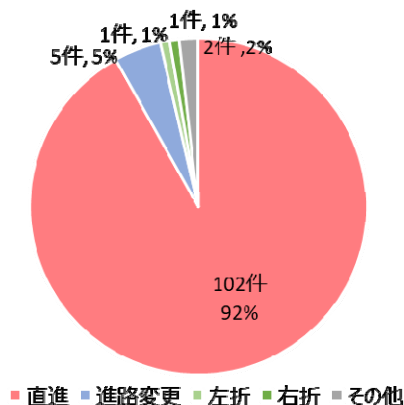


図-5 正面衝突事故発生時の行動類型

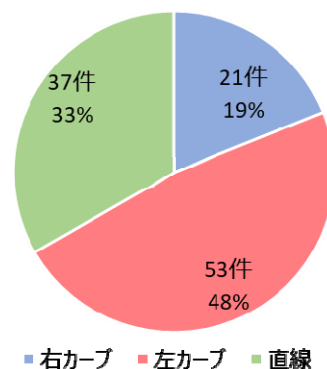


図-6 正面衝突事故発生時の道路線形

正面衝突事故は、いずれの道路線形においても直進走行時に対向車線に飛び出すことによって生じるが、右カーブにおいては、進路変更の構成比が他の道路線形に比べて多い傾向にある。カーブ区間をショートカットするための車線内の走行位置がセンターライン側に移動し、対向車線側に車両がはみ出した場合に、左カーブで膨らみながら走行する対向車と接触する状況が窺える。

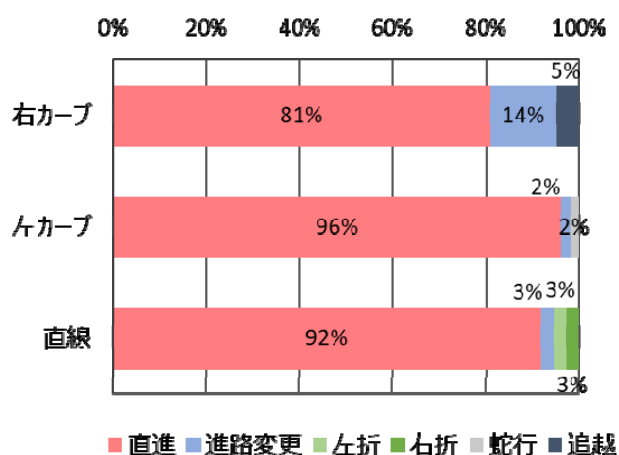


図-7 正面衝突事故発生時の道路線形別行動類型構成比

4. 正面衝突事故対策の考え方

(1) 効果のあがる交通安全対策の推進

高山国道管内の正面衝突事故の約半数がカーブ区間走行時の前方不注意による対向車線への飛び出しやはみ出しであることから、中央分離帯の設置等により上下線を物理的に分離することが重要である。

カーブ区間は、見通しの悪さによりドライバーが対向車が視界に入りにくいことも、前方不注意の要因となると考えられることから、視距改良と中央分離帯を設置することで安全性の向上を図っている（国道41号、保井戸地区）。



写真-1 保井戸地区における視距改良・中央分離帯設置

区間の特徴を優先度の高い順位整理する。

表-1 正面衝突事故における所管内の事故類型の推移

優先順位	区間の特徴	対策方針
1	過去に正面衝突事故の発生しているカーブ区間	・視距改良 ・中央分離帯の設置 ・ランブルストリップス
2	上記に当てはまらないカーブ区間	・区画線の管理
3	その他の区間	

カーブ区間のうち、過去に正面衝突事故が発生している区間は、対策の優先順位は最も高い。これらの箇所では、視距改良やそれに併せた中央分離帯の設置等、道路の線形改良を伴う抜本的な交通安全対策の必要性を検討する必要がある。

正面衝突事故は、第一当事者が対向車線に飛び出すのに加え、偶然そのタイミングで第二当事者となる車両が対向車線を走行していた場合に発生する交通事故であることから、正面衝突事故は、対向車線への飛び出し事象を顕在化したものとはいえない。正面衝突事故の有無に関わらず、カーブ区間はドライバーの不注意によって飛び出しに至るリスクがあることから、中央分離帯やランブルストリップスの設置等、大規模な道路改良を必要としない範囲での、上下線の物理的な分離やドライバーへの注意喚起が必要である。管内の直轄道路の多くが、豪雪地帯にあることから、冬期の頻繁な除雪作業やチェーンにより、区画線の損傷が激しい。したがって、上記に該当しない区間においても、センターライン等の区画線を維持することが重要である。

(2) 次世代を見据えた道路管理の実施

レベル1の自動運転技術でもある安全運転支援技術の進展により、近年、多くの車両に車両逸脱を警告したり、車線中央を走行するように自動制御を行うレーンキープアシスト機能等の実装が進んでいる。これらの機能は、車載カメラがセンターラインや外側線等の区画線を認識し、この情報を元に制御するものであることから、区画線の損傷が激しい道路では、安全運転支援技術の効果を十分に享受することができない。

今後、さらに自動運転技術のレベルが向上するに従い、車載カメラを介した情報収集の重要度が増すと想定されることから、これに対応した区画線の管理等が求められる。

5. AI画像解析を活用した安全な道路空間の管理

(1) 時勢を捉えた安全な道路管理

高山国道管内においては、着目する正面衝突事故を削

減するため、中央分離帯設置等の中長期的な抜本的対策が課題となる一方で、自動車側の安全運転支援機能の普及が進む現在においては、車載カメラがセンターラインを認識できる水準に区画線を管理することによっても、相当程度の正面衝突事故リスクが緩和するものと考えられる。

(2) AI画像解析を活用した道路管理に向けた試行

国道41号の管内区間のうち、山間部の単路が多く、正面衝突事故が頻繁に発生する下呂エリアの約20kmの区間（85KP～105KP）を対象に、ドライブレコーダを用いて撮影した画像データを解析し、センターライン部分の区画線の認識の可否を確認した。区画線の基本構造が、両側の外側線とセンターラインで構成されることから、これに従って、図-8に示す通り、外側線とセンターラインを認識させている。また、黄色や白色、導流帯等、センターラインの種類を分類して認識させる。

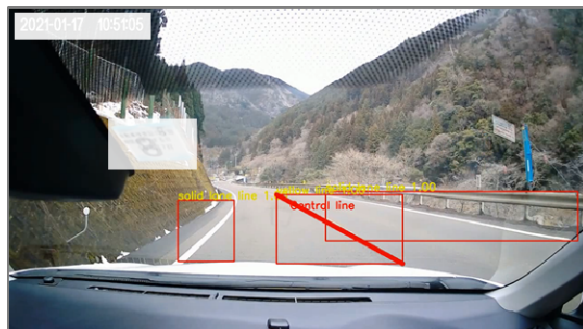


図-8 ドライブレコーダー画像の解析画面

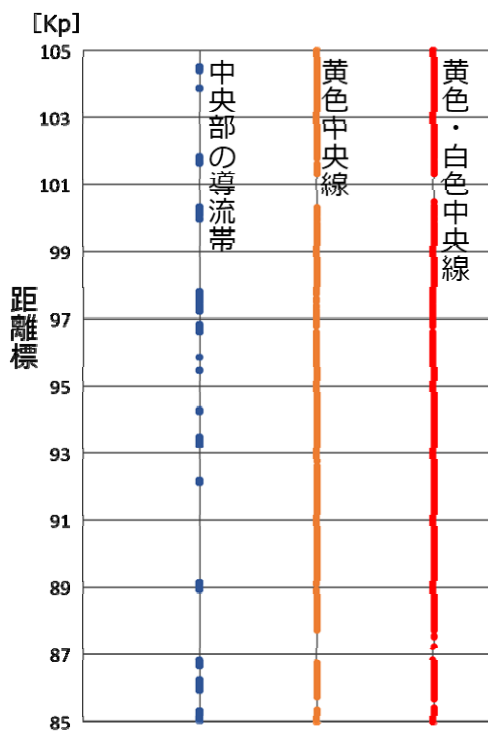


図-9 地点別のセンターライン認識状況

解析対象区間の、センターラインの認識状況を図-9に示す。概ね全線に渡ってセンターラインは認識されているが、数百mに渡ってセンターラインが認識できていない区間が存在する。また、図-9からは識別できないが、数十mレベルの区間まで拡大すると、センターラインが認識できていない箇所も点在している。

図-10は、外側線は認識できている一方でセンターラインの摩耗が一定程度を超えることで、センターラインの検知が困難となっている。

図-11は、外側線の内側に、複数の黄色実線の車線が存在することにより、センターラインとなる黄色実線を特定できない例である。

図-12は、トンネル出口部分であり、太陽光による画像のハレーションが生じたことで、区画線自体を検知できていない事例である。

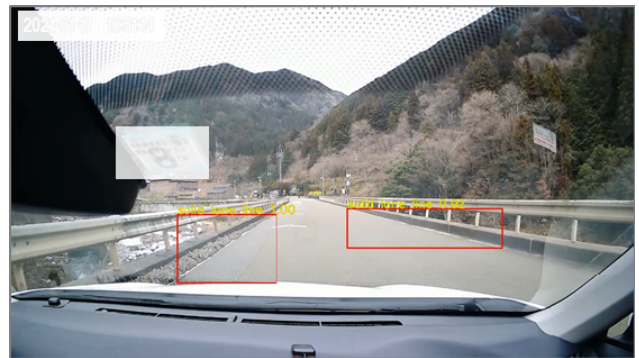


図-10 センターラインの非認識事例①

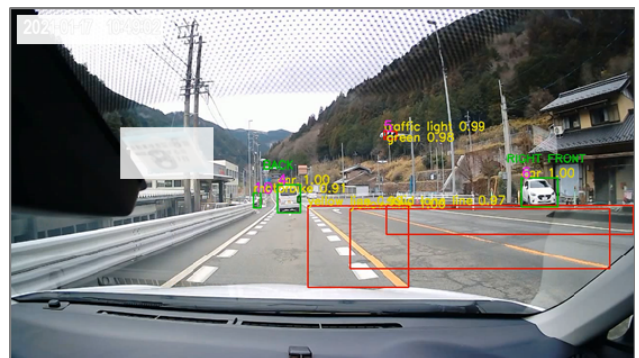


図-11 センターラインの非認識事例②

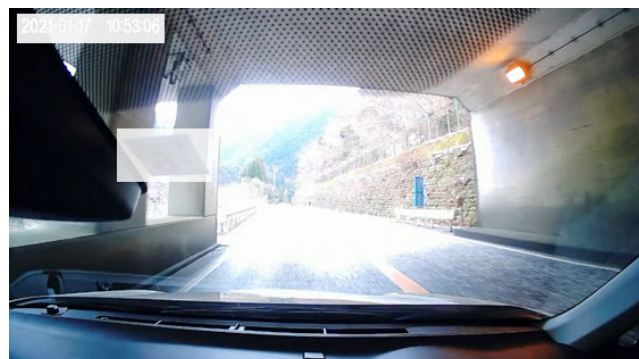


図-12 センターラインの非認識事例③

図-13、図-14は、数百メートルにわたってセンターラインを認識できなかった例である。

図-13は、白破線がセンターラインとなっている場合であり、車線としての検知はできているものの、センターラインか、多車線道路の同一進行方向の車線との区別がつかなかったものと推察される。

図-14は、トンネル内部でのセンターラインであり、区画線の検知はしているものの、トンネル内の照明による色調の変化により、黄色実線、白色実線等の分類ができず、センターラインとして特定できなかったものと推察される。

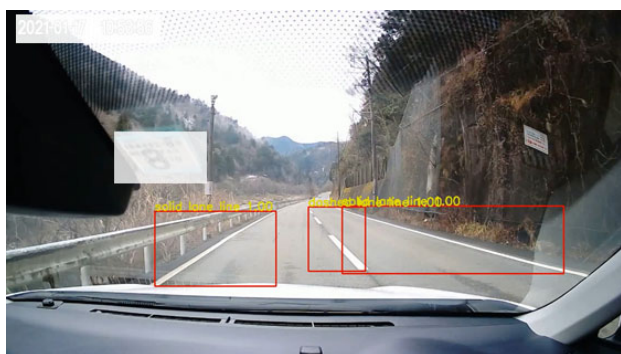


図-13 センターラインの非認識事例④

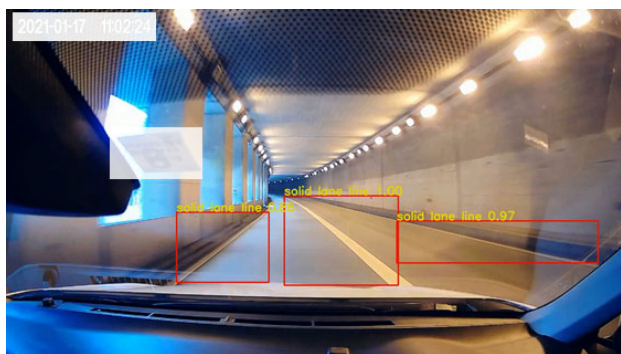


図-14 センターラインの非認識事例⑤

センターラインの非認識事例のうち、相対的に長距離の区間によって生じている図-13、図-14は、センターラインの定義を調整することにより、画像解析においてセンターラインと認識させることが可能である。

また、局所的に生じるセンターラインの非認識事例のうち、図-11のような複数の車線が存在することでセンターラインの特定が困難となる場合には、AIを用いて道路の横断面の様々な構成パターンを学習させたり、車両の進行方向を認識した上で、車線と進行方向の情報を組み合わせることで、車線の分類が可能となると考えらる。図-12は、画像自体に問題がある事例であり、解析段階での対応は困難となることから、画像解析を用いて、路面の維持管理状態を把握する場合には、解析用の画像デ

ータを取得する際の天候や時間帯等の条件を設定することにより、全線にわたって解析可能なデータを取得することに留意する必要がある。これらの改善を加えることにより、図-10に示すような、車載カメラが検知できないレベルまでセンターラインの摩耗が進んだ箇所を特定できると考えられる。

6. おわりに

本稿では、高山国道事務所管内における交通事故発生状況の分析から、交通事故の総件数が順調に減少している一方で、死亡者や重傷者が発生する重大事故になりやすい正面衝突事故や工作物への衝突事故、人对車両の交通事故が他地域よりも多く発生しており、これへの対処が必要であることを確認した。

正面衝突事故の多くは、ドライバーの前方不注意に起因することから、自動車の安全運転支援機能が有効であるが、この機能の効果を発現させるためには、車載カメラが路面に標示された情報を正確に認識する必要がある。画像解析技術を用いてドライブレコーダからのセンターライン検出を試行したところ、今後、AIでの学習等による改善が必要ではあるものの、センターラインの引き直しが必要な箇所を把握できることが確認できた。また、認識・非認識の2ランクでなく、摩耗の程度を数ランクに分けることができれば、効率的な車線の引き直し等の道路管理の高度化に貢献することが可能となると考えられる。

積雪地域にある高山国道管内の直轄国道は、冬期の頻繁な除雪作業により、一般的な道路に比べ、道路上の区画線の摩耗が激しい傾向にある。今回試行を行った画像解析技術は、センターライン以外の区画線についても適用可能であり、同様の処理が可能であることから、定期的なモニタリングによる車線の摩耗レベルの管理等、より安全な道路の維持に努めたい。

謝辞：本研究にあたりご尽力いただいた東京建設コンサルタント・計量計画研究所設計共同体の方々に深く感謝を申し上げます