

平成 24・25 年度自主研究

相模原市における交通事故多発地点の原因調査と
改善策の提案

市民研究員 川守田 拓志

目 次

1.	調査研究の背景	1
	(1) 全国における交通事故の現状	1
	(2) 相模原市における交通事故の現状	1
2.	調査研究の目的	2
3.	調査研究の方法	2
	(1) 調査箇所	2
	(2) 使用機器および解析方法	4
4.	調査結果および考察	6
	(1) 視線予測分析結果	6
	(2) 脳波解析結果	11
	(3) 交通事故多発地点における急ブレーキ解析データ	12
	(4) 研究の限界	18
	(5) 相模原市における交通事故統計	19
	(6) 交通事故とヒトの視覚特性に関する文献的考察	19
5.	調査結果から見えてきた課題・解決策の提案	20
6.	今後の展望	21
7.	謝辞	21
8.	文献	21

1. 調査研究の背景

(1) 全国における交通事故の現状

近年、交通事故の死者数は、減少傾向にあるものの、警察庁の報告によると平成23年全国の交通事故発生件数は、約69万件、負傷者は、約85万人と未だ高い水準にある。特に高齢者の事故件数は、増加している^{1,2}（図1、2）。

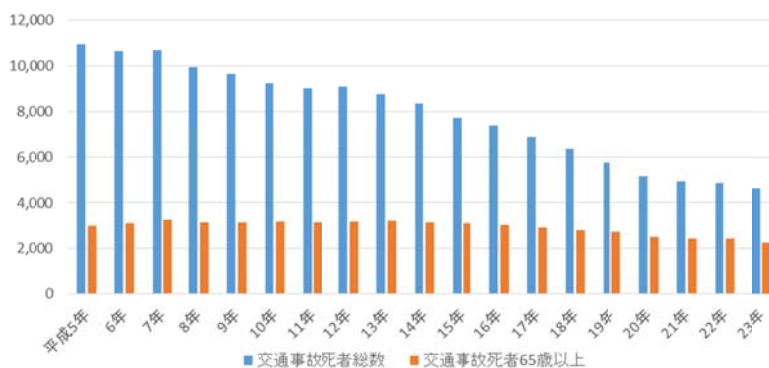


図1. 交通事故死者数の推移（平成24年度版高齢社会白書より改変引用）

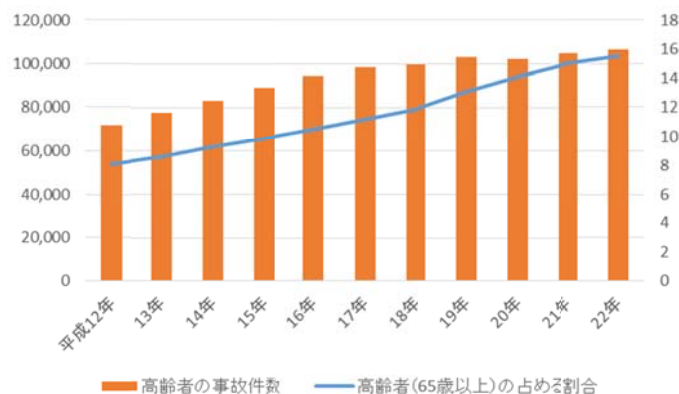


図2. 高齢者の事故件数（平成23年度版高齢社会白書より改変引用）

(2) 相模原市における交通事故の現状

相模原市の現状を調べてみると、相模原市においては、平成24年交通事故発生件数は、3,495件、負傷者は、4,123人であり、過去から比べると減少しているが、65歳以上の高齢者が関与する事故発生率が上昇しており、詳細な原因分析と対策が求められる³。特に南区において、自転車と自動車の事故が多く、自転車事故36%は、県内平均20%よりも高く、県内ワースト市区町村順位は、3位との報告⁴があり、対策が求められる。改善策を講じることで安全で住みやすい街づくりを目指すことができ、その成果の公共性や有用性は、高いものと思われる。

また、2007年の交通事故総合分析センターの報告⁵によると、ヒトが原因で起こる事故は、94.6%とあり（車が0.2%、道路環境が5.2%）、大半を占める。ヒトが起こす事故で考えられる要因としては、加齢、眼疾患、疲労、脇見、不注意等が挙げられるが、視認性を高めるように環境を改善させることで、交通事故を低減させることが可能と思われる。

2. 調査研究の目的

最終的な目的は、交通事故を減らすことであり、交通事故多発地点における画像分析および実験機器を用いた科学的検証を行った。具体的には、交通事故多発地点において、運転時に撮影した動画を基に、3M™ 視線予測解析を行い、また大型液晶ディスプレイ上に、自動車の視点から画像を投射して、脳波解析による調査を行った。交通事故多発地点における画像分析の目的は、画像上から事故を起こす原因となりうる問題が見えてこないかという点、またこのような主観的な方法だけでなく、視線解析予測や脳波計測等で客観的に評価する手段に用いることが可能であるか、という点であった。

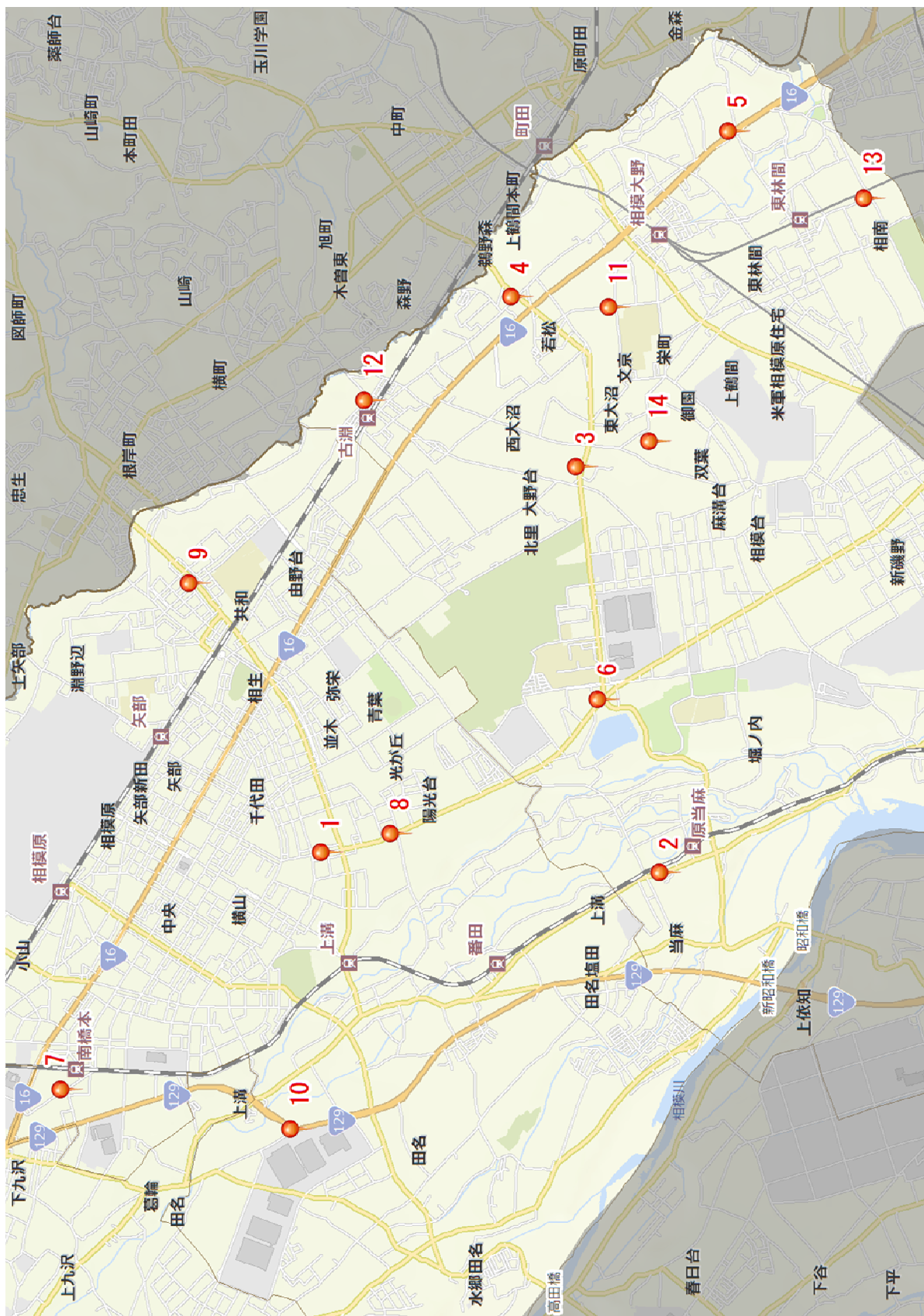
3. 調査研究の方法

(1) 調査箇所

調査箇所は、神奈川県交通安全対策協議会が作成している平成 24 年度交通事故多発区間（地点）対策一覧にあった 3 か所と平成 23 年度一覧にあった 8 か所^{6,7}、相模原南警察署のホームページにある事故多発地点上位 3 か所⁴の計 14 箇所とし、詳細は、表 1 のとおりである。

表 1. 交通事故多発地点調査箇所

1. 神奈川県相模原市中央区千代田 6 丁目 1-18
2. 神奈川県相模原市南区当麻 810-3
3. 神奈川県相模原市南区西大沼 5-2-43
4. 神奈川県相模原市南区鵜野森（鵜野森旧道交差点）
5. 神奈川県相模原市南区上鶴間 2 丁目 1
6. 神奈川県相模原市南区麻溝台（相模原公園入口交差点）
7. 神奈川県相模原市中央区南橋本 2-7-2（南橋本 2 丁目交差点）
8. 神奈川県相模原市中央区光が丘 2-19
9. 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-8（淵野辺 5 丁目交差点）
10. 神奈川県相模原市中央区田名 3700（田名赤坂交差点）
11. 神奈川県相模原市南区文京 1-10-2
12. 神奈川県相模原市南区古淵 4-5（古淵駅東交差）
13. 神奈川県相模原市南区東林間 7-13（東林間 7 丁目交差点）
14. 神奈川県相模原市南区御園 3-5-10



(2) 使用機器および解析方法

画像取得に用いたカメラは、デジタル HD ビデオカメラレコーダーHDR-AS15 (ソニー社) とした。図 3, 4 のようにバックミラー横にカメラを取り付けて画像を取得した。本機器の選定理由として、広視野かつ手振れ補正があり、また自動車だけでなく自転車のハンドルや歩行者に取り付けることで、移動中のヒトの見え方に近い画像を得ることができる点であった。



図 3. カメラ自動車取り付け



図 4. カメラにて撮影風景

視線解析には、3MTM 視線予測サービス (3M Visual Attention Service: VAS) Ver. 4.9 (住友スリーエム社) を用いた。本解析結果は、画像を見たときの最初の数秒において、どの箇所に注意が引かれやすいかを示している。ヒトが画像を見た時、最初の 3~5 秒間の注意の引かれやすさを徐々に変化する色で表したヒートマップと、3 段階に分けて表したリージョンマップで解析した。ヒートマップは、注意が引かれる確率が高い箇所は、黄色から赤色で、確率が低い箇所は、青から緑で表示される。また、リージョンマップでは、各エリアにスコアが表示され、赤枠が 70 から 99%、黄色枠が 40 から 70%、青枠が 20 から 40% で分けられる。本解析のアルゴリズム詳細は、非公開であるが、人の感情といった予測できない要因を除いたコントラスト (明度コントラスト、黄/青のコントラスト、赤/緑のコントラスト)、形、色、顔、文字から視覚的要素を検出し、計算されている。本結果の妥当性に関しては、視線解析装置を用いた実測との比較により、80 から 90% の合致精度であることが実証されている。また、解析にあたり、本実験の関心領域は、設定せず、画像の種類は、屋外/遠景の設定とした。

また、得られた動画は、1 つの調査箇所につき、10 から 20 秒程度であり、46 型液晶ディスプレイ KDL-46EX720 (ソニー社) 上に投映し、擬似走行中の脳波 (EEG: Electro Encephalogram) 解析を行った。脳波計測には、B-Bridge 社・リトルソフトウェア社小型脳波計 B3Band 及びソフトウェアを用いた (図 5)。本機器は、小型かつ簡便に脳波を計測可能である。精度に関して、独自のノイズフィルタリング設計やアルゴリズムを有し、標準的な生体信号測定装置を用いて、比較実験を行っており、脳の認識状態 (cognitive states) を含む、重要な周波数帯を検知するのに十分な感度を得ることができると示されている。本実験では、脳波の β 波 (12~30 Hz) から算出され、集中度に相当する Attention value および α 波 (8~12 Hz) から算出され、リラックス度に相当する

Meditation value を平均化し，評価した。

被験者は，20 歳以上の健常ボランティア 10 名（平均年齢 21.3 ± 0.5 歳）とした。対象は，自動車・自転車運転に必要な視野，視力を有している者とした。また，本研究を行うにあたり，被験者に対する倫理的配慮として，北里大学医療衛生学部倫理委員会の承認を得た。

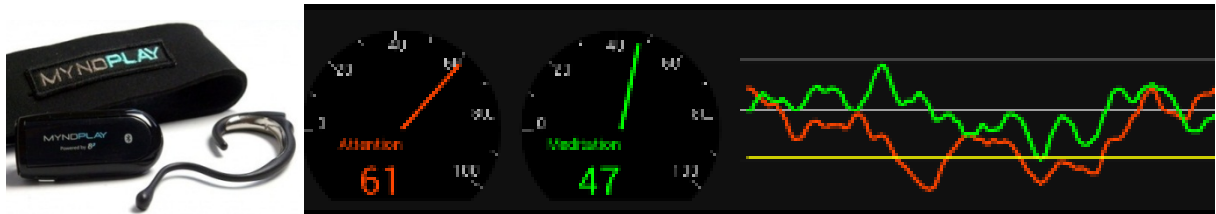


図 5. B-Bridge 社・リトルソフトウェア社小型脳波計 B3Band およびソフトウェア

さらに，本田技研工業株式会社の協力を仰ぎ，表 1 にある交通事故多発地点において急ブレーキがどの程度起こっているか分析を行った（調査箇所 7，10 は除く）。データの抽出設定として，2012 年 4 月から 9 月までの 6 か月における同社のインターネットナビゲーションシステムのデータから計算上 0.25 G 以上の減速度が観測された加速度データを抽出し，Google Earth ver. 7.1.1.1580 (beta) (Google Inc.) 上に矢印マークとして表示させた。



図 6. 相模原市における減速度データ解析例（©2013 ZENRIN, ©2013 Google）

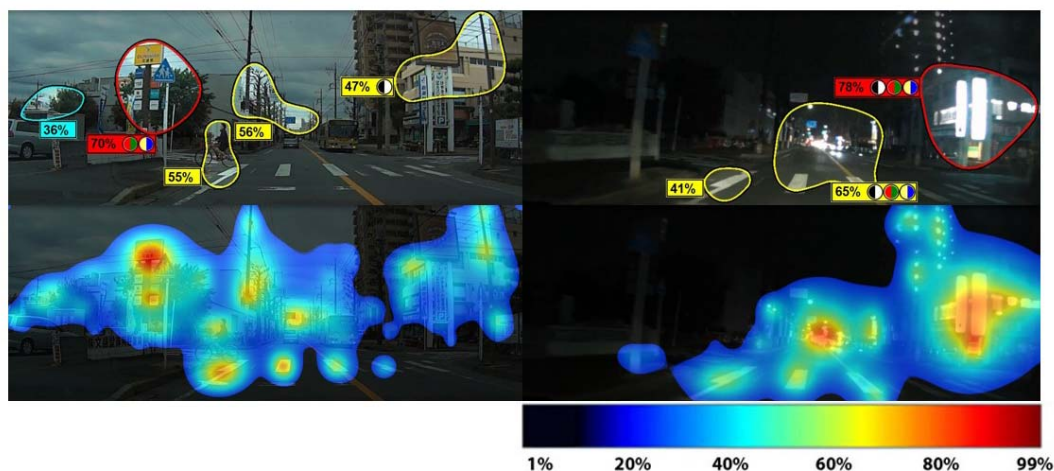
4. 調査結果および考察

(1) 視線予測分析結果

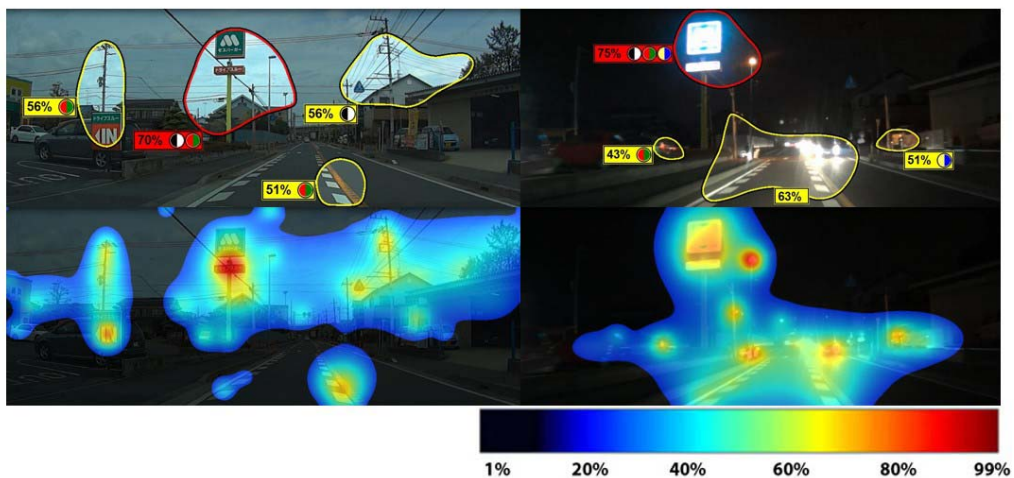
図7は、視線予測分析結果を示し、左側が昼間の結果、右側が夜間の結果を示している。調査箇所1, 2, 3, 6, 10, 12においては、商業用看板があり、視線がかなり誘導されていることがわかった。調査箇所4, 5, 7, 8, においては、視線がかなり散漫になっている様子がみられた。調査箇所13, 14については、左右から交差点に進入する車両が見にくい交差点になっており、視線もほとんど向いていないことがわかる。調査箇所9, 11については、明らかな特徴は、見つけることができなかった。また、昼夜の比較では、夜において、周辺視野内の対象物のコントラストが見かけ上低下するため、視線が中心に移行し、信号や外灯、照明看板に視線が向けられる傾向がみられた。

調査箇所2, 8において、減速ドット、7の注意書き看板は、相模原市が対策を講じたものであり、視線が向けられる結果となった。したがって、これらは、注意喚起および視線を中心に戻す意味で一定の効果があると思われる。

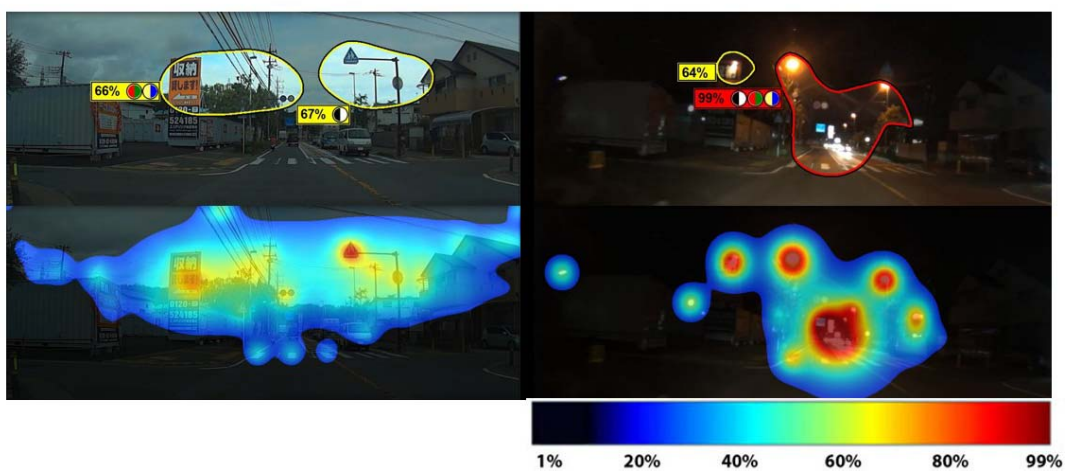
1.神奈川県相模原市中央区千代田6丁目1-18



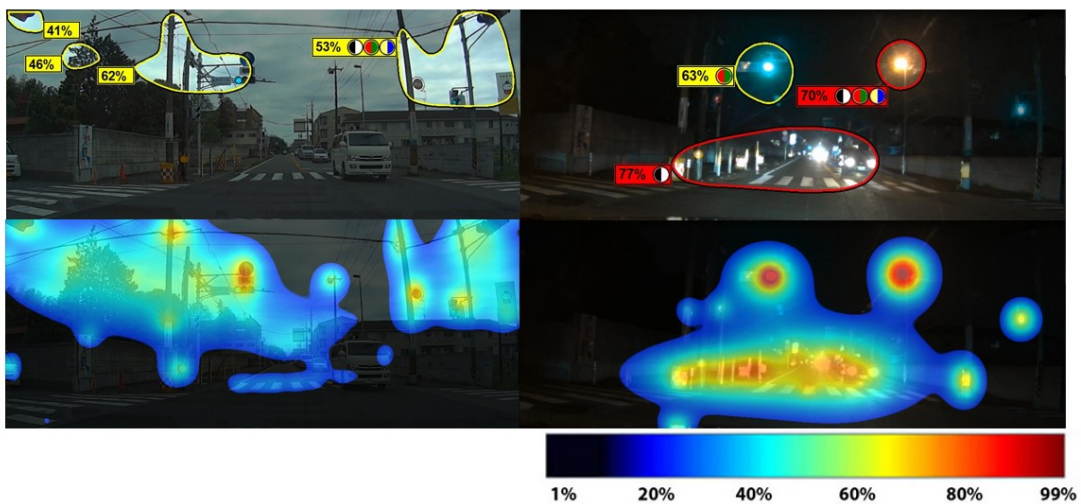
2. 神奈川県相模原市南区当麻810-3



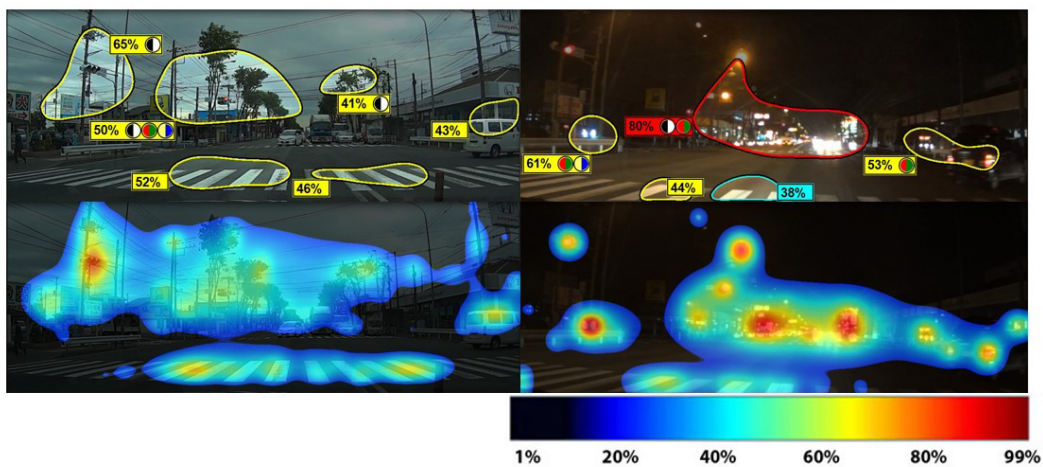
3. 神奈川県相模原市南区西大沼5-2-43



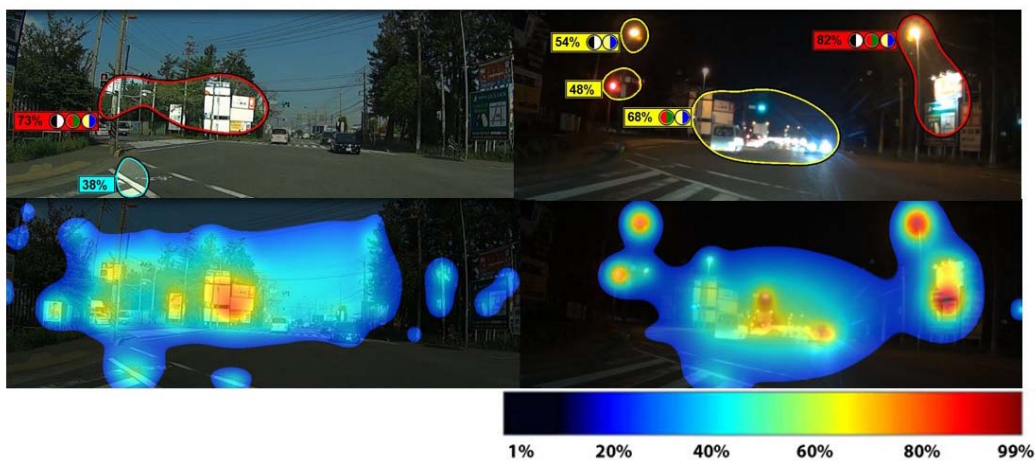
4. 神奈川県相模原市南区鵜野森 (鵜野森旧道交差点)



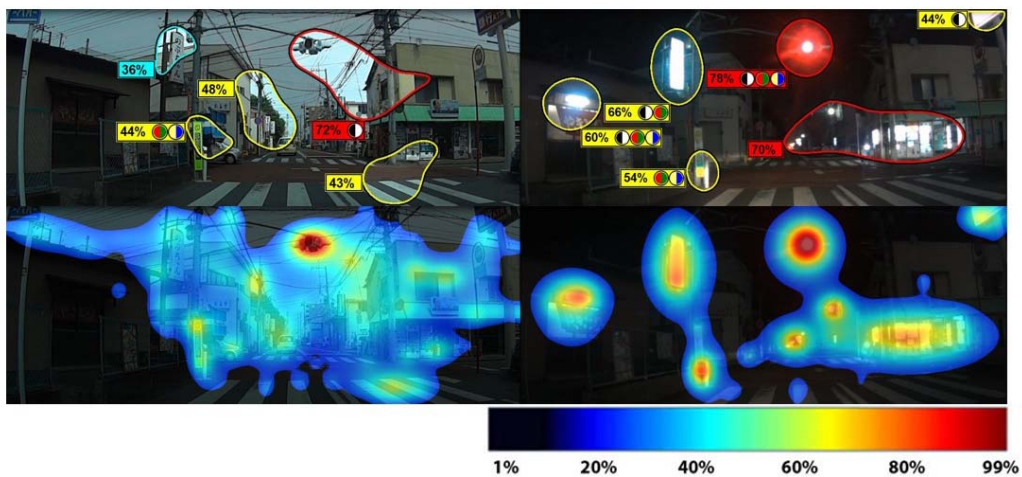
5. 神奈川県相模原市南区上鶴間2丁目1 (中和田交差点)



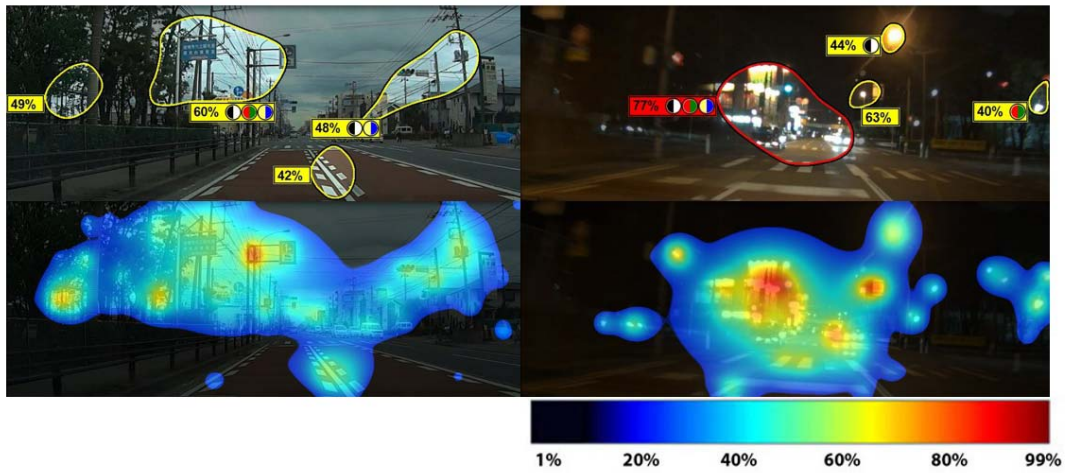
6. 神奈川県相模原市南区麻溝台 (相模原公園入口交差点)



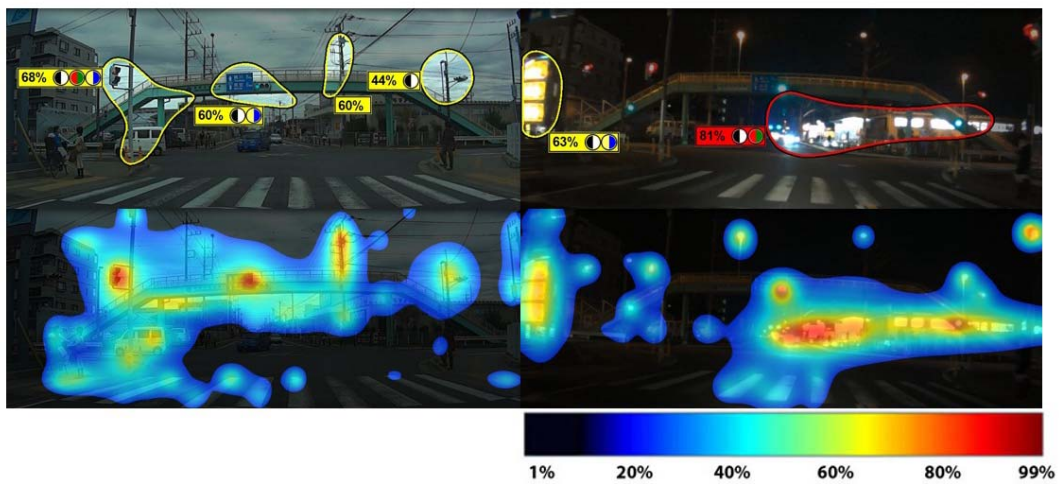
7. 神奈川県相模原市中央区南橋本2-7-2 (南橋本2丁目交差点)



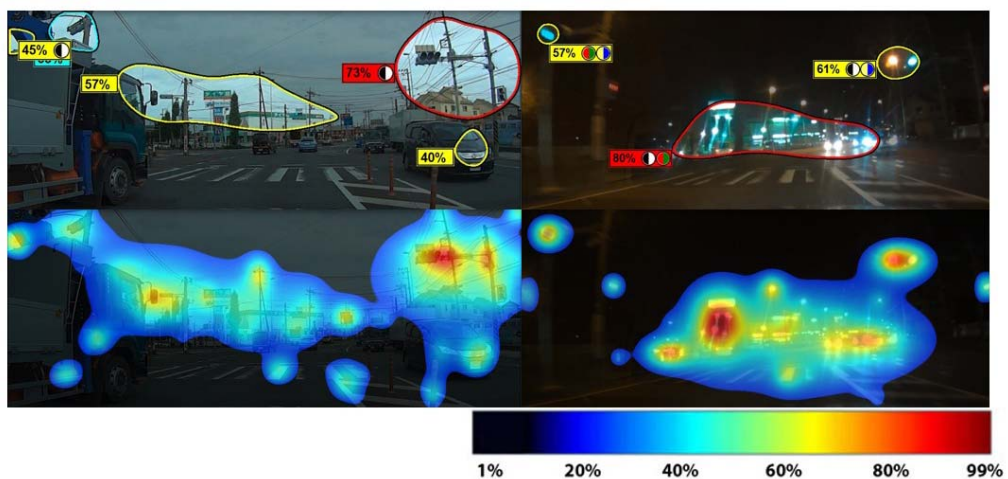
8. 神奈川県相模原市中央区光が丘2-19



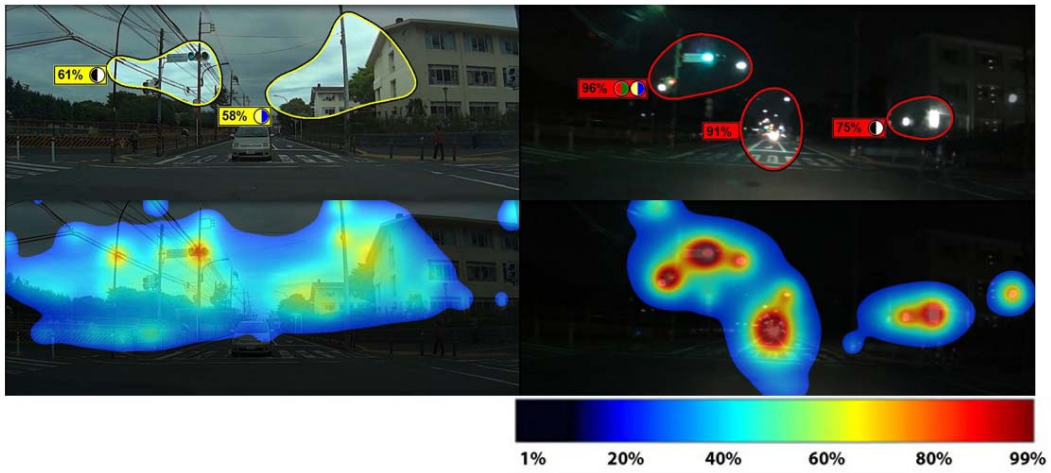
9. 神奈川県相模原市中央区淵野辺5-8 (淵野辺5丁目交差点)



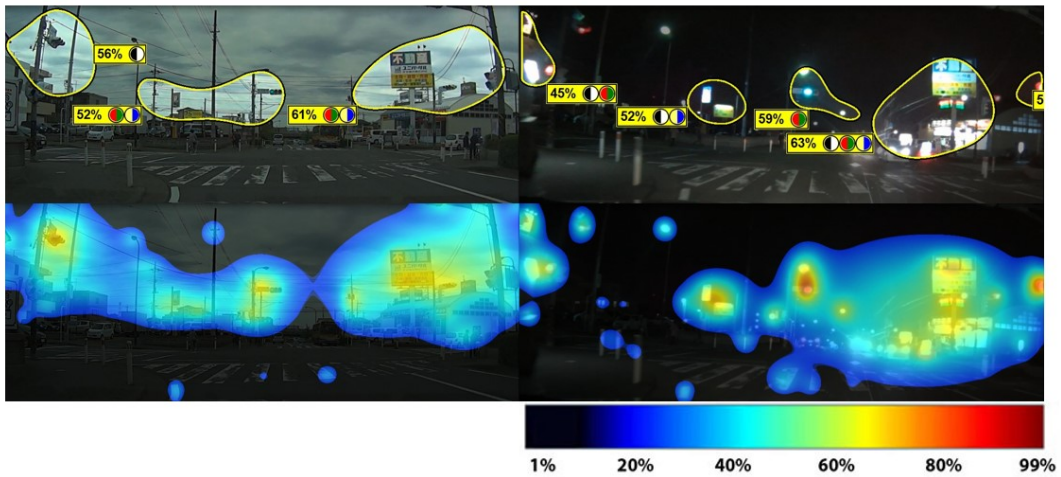
10. 神奈川県相模原市中央区田名3700 (田名赤坂交差点)



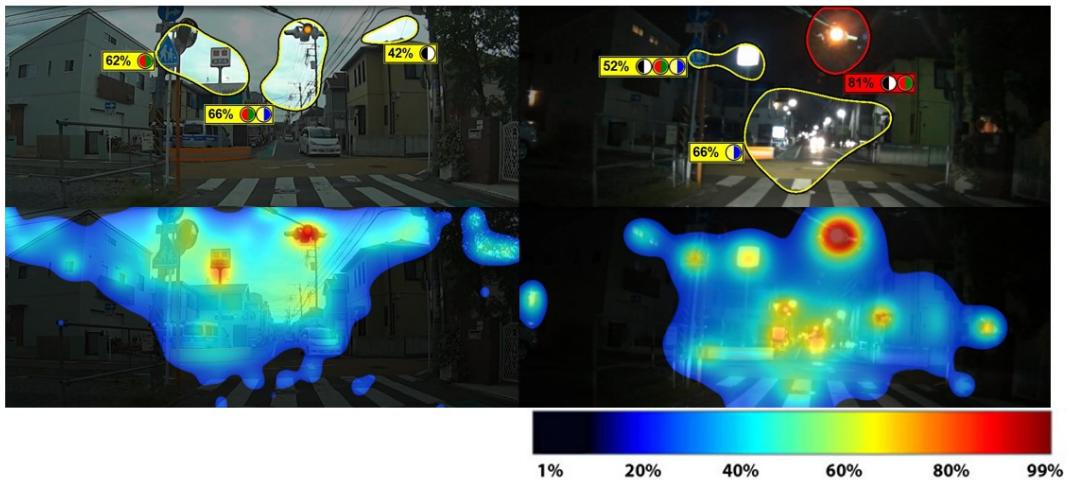
11. 神奈川県相模原市南区文京1-10-2



12. 神奈川県相模原市南区古淵4-5 (古淵駅東交差点)



13. 神奈川県相模原市南区東林間7-13 (東林間7丁目交差点)



14. 神奈川県相模原市南区御園3-5-10

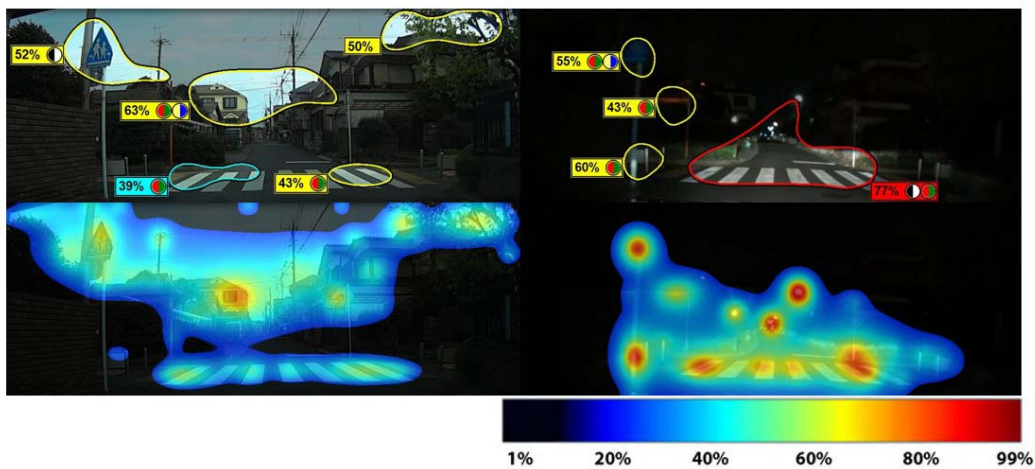


図 7. 相模原市交通事故多発地点における視線予測分析結果

(2) 脳波解析結果

図 8 および 9 は、表 1 における調査箇所において、昼間および夜間における脳波（Attention value と Meditation value）の結果を示す。調査箇所 13 において、昼間のシーンで Attention value が有意に上昇していた（Wilcoxon の符号付順位検定、 $p=0.028$ ）。その他、統計学的に有意な変化は、みとめなかったが、調査箇所 11 および 12 において、Meditation value が夜間に上昇する傾向がみられた。Meditation value が高いとは、脳波活動が低い状態であることを示している。

今回、このような脳波解析を試みた理由として、脳波は、電極付近の神経細胞集団の電気活動の総和を観察するもので、8~13 Hz の α 波は、安静時や閉眼時に他の周波数成分よりも占める割合が上昇することが知られており、ドライバーの覚醒度や注意散漫状態を反映するといわれている。一方、12 Hz 以上の β 波は、集中時や活発な思考時に関連するといわれている。また、時間分解能（時間の計測における精度）が数 msec と高い点も利点がある。本結果では調査箇所 13 において、 β 波をベースにした Attention value が上昇しており、緊張度合いが高まっている可能性がある。調査箇所 11 および 12 の夜間においては、強いエビデンスではないものの Meditation value（リラックス度に相当）の上昇傾向がみられた。これは、視線解析結果で視線移動が少ない点や、昼間に比べて夜間時の眼内に入る光量が減少する点、周辺視野内の対象物の見かけ上のコントラスト低下が起こる点、等が影響している可能性がある。また、今後さらに実験参加者数を増加させ、結果の信頼性を向上させるとともに、脳波データがどの程度事故の起こりやすさに影響を与えるか、また様々報告されている今回とは異なる脳波の解析方法を用いて、詳細に検証する必要がある。

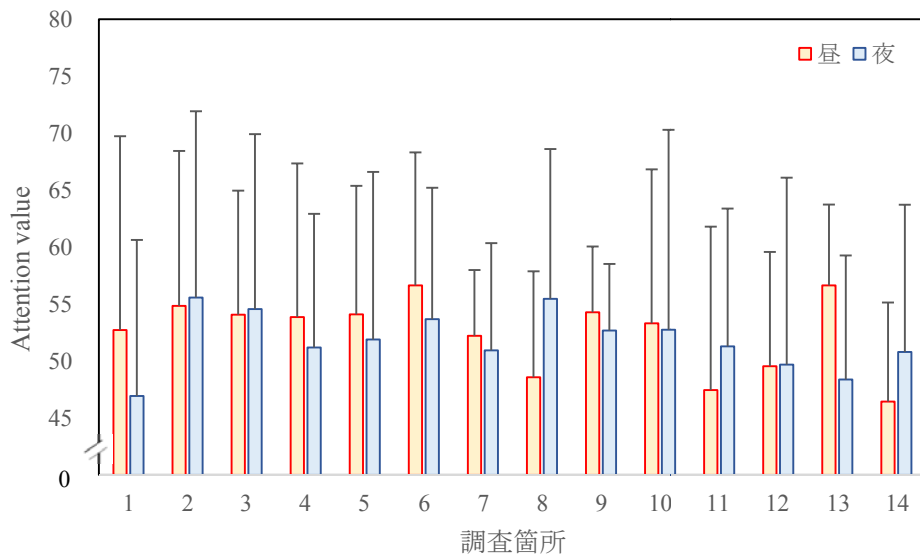


図 8. 昼・夜間において相模原市事故多発地点における脳波 Attention value 解析結果

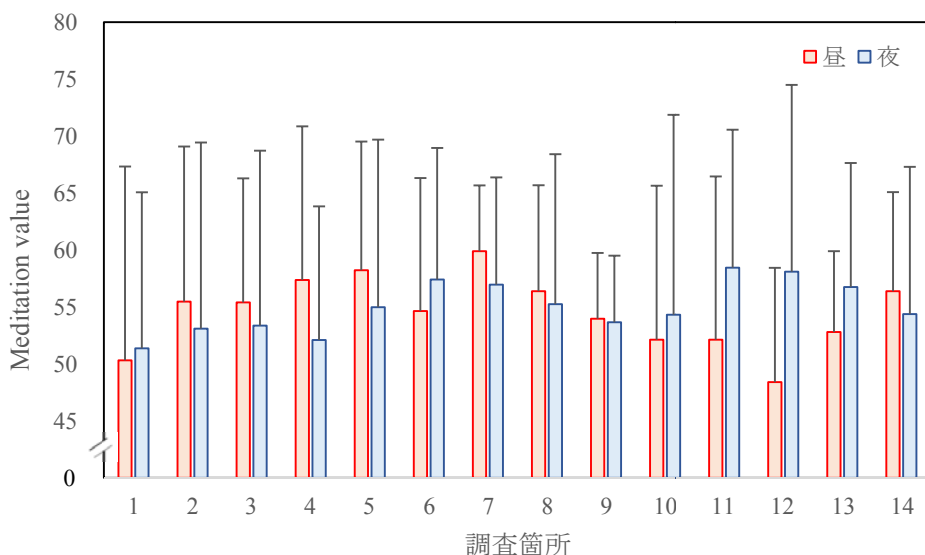


図 9. 昼・夜間において相模原市事故多発地点における脳波 Meditation value 解析結果

(3) 交通事故多発地点における急ブレーキ解析データ

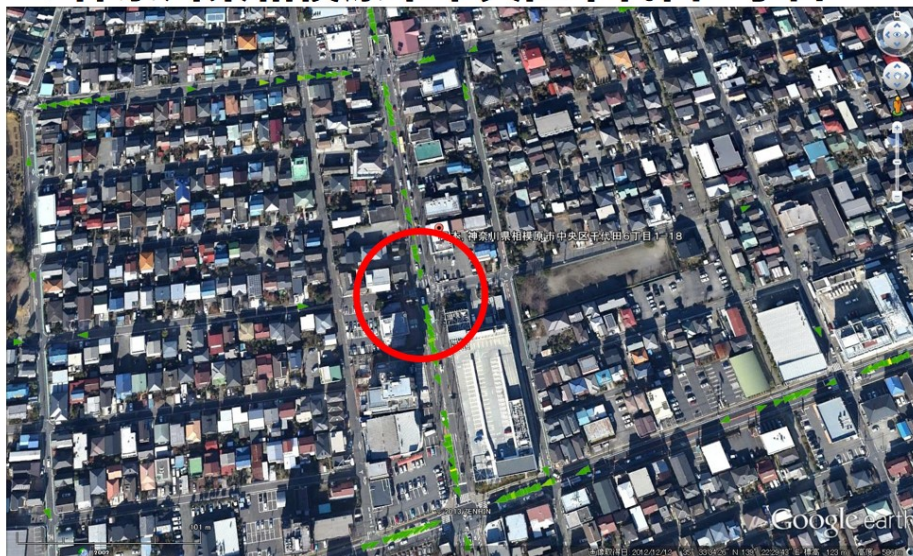
図 10 は、表 1 における調査箇所（調査箇所 7, 10 は除く）において、カーナビゲーションシステムのデータから計算上 0.25 G 以上の減速度が観測された 6 か月の加速度データを示す。

調査箇所 14 を除く、いずれの交差点において、急ブレーキをかける車両があり、特に調査箇所 2, 5, 6, 8, 9, 11 では、多い結果となった。これらの結果は、推測の域をでないが、交通量の多さ、道路の幅、速度を出しやすい箇所であるか否かが関連すると思われる。

また、調査箇所 2 においては、信号機がなく、直線で速度が出やすく、かつ視線解析の結果でも商業用看板に視線が誘導されやすいためか、急ブレーキが多い結果となった。したがって、信号機の設置や視線を中心に誘導する対策が必要と思われる。

調査箇所 3, 13, 14 においては、急ブレーキをかける車両は、数台もしくは無であり、狭い路地では、必ずしも急ブレーキと事故の多さが関連するわけではないことがわかった。

1. 神奈川県相模原市中央区千代田6丁目1-18



2. 神奈川県相模原市南区当麻810-3



3. 神奈川県相模原市南区西大沼5-2-43



4. 神奈川県相模原市南区鶴野森 (鶴野森旧道交差点)



**5. 神奈川県相模原市南区上鶴間2丁目1
(中和田交差点)**



**6. 神奈川県相模原市南区麻溝台
(相模原公園入口交差点)**



8. 神奈川県相模原市中央区光が丘2-19 (光が丘小学校前交差点)



9. 神奈川県相模原市中央区淵野辺5-8 (淵野辺5丁目交差点)



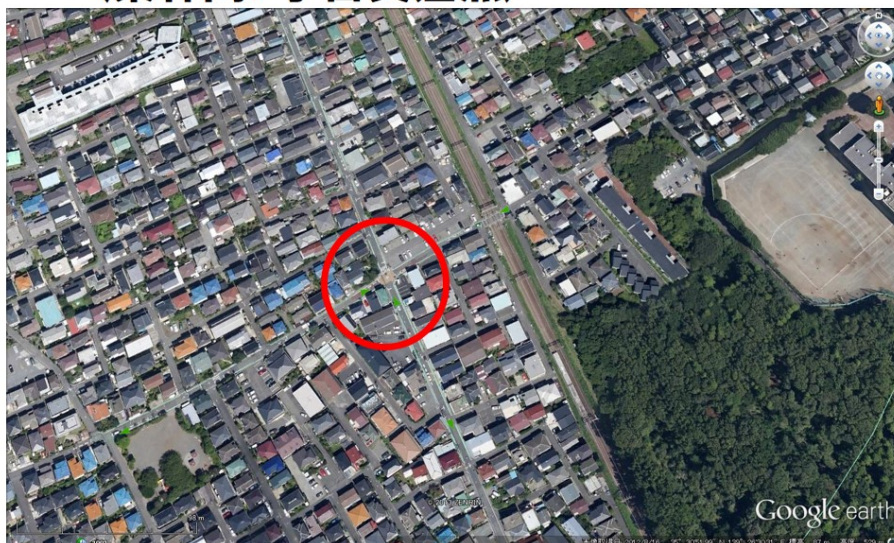
**11. 神奈川県相模原市南区文京1-10-2
(神奈川総合産業高校入口交差点)**



**12. 神奈川県相模原市南区古淵4-5
(古淵駅東交差点)**



13. 神奈川県相模原市南区東林間7-13 (東林間7丁目交差点)



14. 神奈川県相模原市南区御園3-5-10 (N方前交差点)

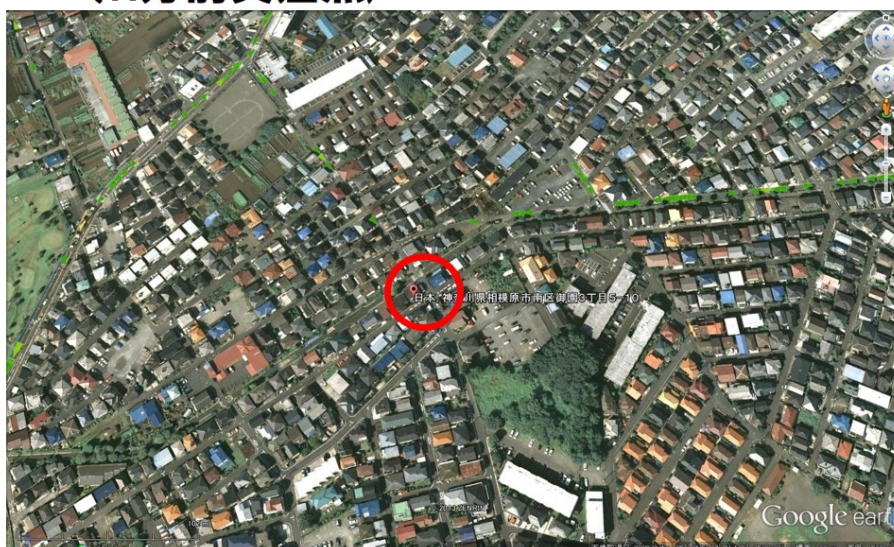


図 10. 交通事故多発地点における急ブレーキ解析データ (©2013 ZENRIN, ©2013 Google)

(4) 研究の限界

本実験は、倫理的配慮により、実車実験ではなく、視線予測解析を用いた画像分析および液晶ディスプレイに投影されたシミュレーション条件下で行われたため、現実的な運転空間と乖離がある。現実では、事故を起こしたものの疲労状態や不注意、視環境、運転経験、対向車の速度、歩行者の状況、等、多くの因子が複雑に絡み合っ、起こると思われる。また、脳波解析結果において、サンプル数が十分でなく、画像取得時にどのような車両が写っているか、人が歩いてい

るか、解析方法により結果が変化すると思われる。したがって、本検討で得られた結果は、あくまで示唆であり、事故との因果関係を直接証明するものではない。しかし、実際に交通事故が起こりやすい箇所が存在していることから、人間の注意が特定のものに向きやすい環境、あるいは注意散漫になる条件が存在することが推測され、科学的な方法を用いて、検証あるいは対策を行うことは、今後も重要な課題であると思われる。

(5) 相模原市における交通事故統計

平成 24 年相模原市統計³によると、世帯数や人口は、上昇しており、平成 24 年 10 月 1 日時点では、世帯数 309,055 世帯、人口は、719,709 人である。自動車の登録台数は、平成 23 年度において、332,068 台で、前年に比べると 6,051 台増加している（国土交通省関東運輸局神奈川運輸支局）。小型特殊自動車および原動付き自転車登録台数は、46,581 台であり、前年と比べると 361 台減少している（税務部市民税課）。また、交通事故統計を確認すると、事故発生件数は、相模原市中央区が 1,369 件、南区 1,248 件、緑区 878 件の計 3,495 件となっている。月別発生状況は、どの月もおおよそ 300 件程度である。時間別にみると 8 時から 10 時、16 時から 18 時が多く、また夜間よりも昼間の方が多いため、交通量に比例していると思われる。自転車事故においても自動車事故と同様の時間帯が増加している。ただし、高齢者の事故においては、活動時間帯が、昼間のためか、8 時から 18 時まで一定して事故件数が起こっており、注意する必要がある。次に類型別発生状況に関して、人対車両に関しては、横断歩道横断中やその他横断中の事故が多く、車両相互においては、追突、出会頭、が多く、次いで右左折時となる。つまり事故の大半が交差点付近であることを示している。本研究でも大半の調査箇所が交差点であったが、今後様々な角度から検証が必要であると思われる。

(6) 交通事故とヒトの視覚特性に関する文献的考察

交通事故とヒトの視覚特性に関する既報は、多くある。眼鏡度数ズレの状態を示す defocus が増加すると、動体視力（kinetic visual acuity: KVA）が低下し⁸、運転能力が低下、歩行者認知も低下するとある^{9,10}。また、友永らの調査¹¹によると無作為に集めた 424 名の運転免許保有者について、常用眼鏡による矯正視力を調べてみると、第 1 種では 9.9%が、第 2 種では 16.6%が規定合格基準に達していなかった。さらに、某県警本部交通安全センターにおける処分者講習会の受講者 168 名の視力（所持眼鏡による矯正視力を含む）の調査を行ったところ、低矯正の眼鏡装用者あるいは眼鏡を装用すべきであるのに未装用のものが多かったとある¹²。以上のことから、低屈折矯正や未矯正の免許保有者が多いことが予想され、眼科において眼鏡度数のチェックや一般市民に対しても啓発活動が重要と思われる。

また、先の高齢者に関する報告としては、高齢者で罹患率の高い白内障が起こると、視力やコントラストが低下し、運転能力が低下する¹⁰。黒い服を着た歩行者の認識が極端に低下¹³、高速

道路での運転能力の低下¹⁴や、ナビや携帯電話等、複数のタスクを行うことにより、運転能力が低下しやすい¹⁵、垂直方向の注意が低下しており、赤信号を無視しやすい¹⁶、等が報告されている。したがって、加齢による視機能低下、運転能力、判断能力の低下は、避けることができない現象と考えられ、それらの影響を考慮した対策を検討することが重要と思われる。

また、上記は、数多くある研究成果の一部であり、多くの研究者が事故軽減に向けて、調査を行っている。ただし、これらの成果が必ずしも市民や企業に届いていないという実態もあり、現在行われている取り組み以上に一般人にわかりやすく伝える場や産官学連携を図る場を設ける必要がある。

5. 調査結果から見えてきた課題・解決策の提案

走行動画を目視で確認すると、見通しが悪い交差点、注意散漫になりそうな交差点、交通量が多く、事故の危険性が高い交差点等、推測しやすい箇所は、多々存在する。また、事故の状況を分析することで原因を特定することが可能と思われる。しかしながら、やはり主観的な判断では、検証に限界があるように思われる。したがって、視線解析や注意の状況、急ブレーキが多い箇所の特定等、客観的な評価手段の確立に期待がかかる。本研究結果からは、調査箇所 2 において、視線が看板に誘導されやすく、かつ急ブレーキが多いため、信号の設置が必要と思われた。

また、現在まで実験を行ったところ、最終的な目的は、交通事故を減らすことに変わりないが、調査結果から見えてきた課題がある。それは、交通事故を減らすために行う最も具体的で対費用効果のあるものは、何かということである。現在、行われている具体的な対策としては、道路要因の改善策は、交差点改良、車線構成の見直し、歩道の設置等があり、交通環境的要因の改善策としては、道路照明灯の設置・移設、ガードレール設置、横断防止柵、車止めポール、案内標識の設置、カラー舗装、反射板、カーブミラー、注意喚起看板の設置、等多くの方法がある。これらは、交通事故が減少しているという過去の実績から、効果的な対策と思われるが、将来的には、事故多発地点において費用をかけて具体的対策をとる前に有効な対策か否か把握できるようになること、あるいは費用をかけた後に有効な対策であったか否かを短期間で評価する手段を得ることが重要と思われる。また、交通事故多発地点は、事故のパターンが 1 箇所でも数十ケースある可能性があり、1 箇所ずつ検討するとなるとかなりの作業量となる。これらの課題に対する解決策を講じる必要がある。本検討が、事故対策への作業量および経費を軽減させ、効果的な方法を模索する一助となることを願っている。

6. 今後の展望

本検討では、自動車運転者からの視点での検討を行った。今後は、自転車事故や歩行者の事故が多いことも踏まえ、自転車や歩行者の視点での検討も行う。

また、上記で述べた事故多発地点において費用をかけて具体策をとる前に有効な対策か否かを評価する方法、あるいは、費用をかけた後に効果を評価する手段についても、カーナビゲーションシステムのデータから得られる加速度データを用いれば、可能と思われる。実際、本田技研工業株式会社は、埼玉県において、道路整備効果の検証に利用している実績があり、またセーフティマップ (<http://safetymap.jp>) という急ブレーキデータおよび地域住民からの情報を反映させたソーシャル地図を公開している。今後このようなビッグデータ分析や可視化技術が交通事故低減に大きく貢献すると予想される。

今後も昭和 37 年に宣言された交通安全都市宣言、平成 17 年に宣言されたさがみはら安全・安心まちづくり宣言に基づき、事故の起きにくい視環境づくりに貢献したいと考えている。

7. 謝辞

本研究を行うにあたりご助言をいただきました北里大学医療衛生学部視覚機能療法学魚里 博教授、脳波解析にご協力いただきました卒業研究生の岡澤雪花氏、小山田鮎海氏、横山和香氏に深謝いたします。

8. 文献

1. 内閣府. 平成 24 年度版高齢社会白書 2012.
2. 内閣府. 平成 23 年度版高齢社会白書 2011.
3. 相模原市. 平成 24 年交通事故統計 2013.
4. 神奈川県警察相模原南警察署. 2012;
http://www.police.pref.kanagawa.jp/ps/78ps/78mes/78mes06_02.htm.
5. 公益財団法人交通事故総合分析センター. ITARDA INFORMATION. 2012;96.
6. 神奈川県交通安全対策協議会. 平成 24 年度交通事故多発区間（地点）対策. 2012.
7. 神奈川県交通安全対策協議会. 平成 23 年度交通事故多発区間（地点）対策. 2011.
8. 川守田拓志, 魚里 博, 半田知也, 中山菜々美, 清水公也. 動体視力における屈折矯正状態と高次波面収差の影響. 臨床眼科. 2008;62(5):739-742.
9. Brooks JO, Tyrrell RA, Frank TA. The effects of severe visual challenges on steering performance in visually healthy young drivers. *Optom Vis Sci.* Aug 2005;82(8):689-697.
10. Higgins KE, Wood JM. Predicting components of closed road driving performance from vision tests. *Optom Vis Sci.* Aug 2005;82(8):647-656.

11. 友永正昭. 自動車運転の適性検査法と事故対策. 日本の眼科. 1987.07 1987;58(7):647-649.
12. 長南常男. 視機能と交通事故との関係についての調査研究. 眼科臨床医報. 1983.10 1983;77(10):1661-1662.
13. Wood JM, Tyrrell RA, Carberry TP. Limitations in drivers' ability to recognize pedestrians at night. Hum Factors. Fall 2005;47(3):644-653.
14. Wikman AS, Summala H. Aging and time-sharing in highway driving. Optom Vis Sci. Aug 2005;82(8):716-723.
15. Chaparro A, Wood JM, Carberry T. Effects of age and auditory and visual dual tasks on closed-road driving performance. Optom Vis Sci. Aug 2005;82(8):747-754.
16. West SK, Hahn DV, Baldwin KC, et al. Older drivers and failure to stop at red lights. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. Feb 2010;65(2):179-183.