

# 交差点周辺状況を考慮した見通し距離に基づく 運転技能評価尺度の有効性評価

吉田 陽祐<sup>1</sup>・多田 昌裕<sup>2</sup>・野間 春生<sup>3</sup>・野田 賢<sup>4</sup>

<sup>1</sup>非会員 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 (〒630-0192 奈良県生駒市高山町8916番地の5)  
E-mail:yosuke-y@is.naist.jp

<sup>2</sup>非会員 (株)国際電気通信基礎技術研究所 (〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2)  
E-mail:mtada@atr.jp

<sup>3</sup>非会員 (株)国際電気通信基礎技術研究所 (〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2)  
E-mail:noma@atr.jp

<sup>4</sup>非会員 奈良先端科学技術大学院大学 准教授 (〒630-0192 奈良県生駒市高山町8916番地の5)  
E-mail:noda@is.naist.jp

交差点における交通事故は平成22年に発生した自動車事故全体の55%を占めており、深刻な問題となっている。交通事故の多くは交差点周辺の地形や交通状況など、複数の要因が相互に作用して発生している。よって、予防安全面からドライバーの運転技能を評価するためには、運転行動のみに着目するのではなく、地形や交通状況を考慮した評価尺度の開発が重要と考えられる。そこで本研究では、筆者らが提案している交差点形状に基づく見通し距離を用いた運転技能評価尺度の有効性について検証した。ここでは、提案手法による評価結果が自動車教習所の指導員による評価結果とどの程度一致するか、38人分の公道上の実走行データを用いて比較・検討を行った。その結果、両者の間の相関係数は0.71となり、提案尺度の有効性を示唆する結果が得られた。さらに、この尺度を用いた評価結果を直感的に理解しやすくするため、交通状況として他車両の速度分布を加味し、提案手法の改良を試みた。

**Key Words :** *Safe driving skill, Evaluation method, Situational information at intersection, Wearable sensors*

## 1. はじめに

交通事故削減のため、自動車の機能面や道路など、これまでさまざまな形で工夫がなされてきた。それらにより、交通事故発生件数は減少傾向にあるものの、依然としてその数は高い水準にある。警察庁の交通事故発生状況統計(平成22年)によると、平成22年に発生した交通事故のうち、26.7%が出会い頭事故で占められている。さらに最新の統計ではないが平成18年の警察庁統計によると、出会い頭事故のうち87.8%が交差点において発生している。そのため、これらを未然に防止することが、事故件数の減少のための重要な課題になると考えられる。

交通事故の原因を調べてみると、ドライバーの安全不確認によるものが全体の3割以上を占めている。このように自動車運転時の安全に対する意識が十分でないドライバーに対し、自らの運転の危険性に気付かせることは、日常的な運転における安全に対する意識の改善につながると考えられる。そこで筆者らは、ドライバー自身の安全意識を向上させることで、事故件数減少を目指すアプローチを提案している。具体的

には、装着型センサで計測した運転行動データから運転技能を自動的に評価し、その結果のフィードバックからドライバーの安全意識の向上を図る試みを進めている<sup>1)</sup>。

ところで、交差点における交通事故の多くは周辺の地形や交通状況など複数の要因が相互に作用して発生している。よって、予防安全の観点からドライバーの運転技能を評価するためには運転行動のみに着目するのではなく、交差点の持つ地形的特性や周辺交通状況をも考慮した評価尺度の開発が重要であると考えられる。筆者らはこれまでに交差点の形状による見通し距離に基づく運転技能評価尺度「安全確保速度(Highest Admitted Speed : 以下HAS)」による技能評価や運転教育に関する研究を行ってきた<sup>2)</sup>。しかし、HASによる評価が予防安全上どのような意味があるかについての検証はなされていない。そこで本研究では自動車教習所指導員による評価との比較結果から運転技能評価における提案尺度の有効性について検証する。さらに本研究ではこれに加え、交差点付近における交通状況として他車両の速度分布を考慮することでHASを拡張した新たな評価手法を提案する。

## 2. 見通し距離に基づく運転技能評価

### (1) 交差点形状による見通し距離の変化

図1のグラフの縦軸は交差道路進入位置を基準(0 m)とした自車の位置, 横軸は自車走行ラインからの交差側道路に対する見通し距離である。見通し距離は右側を正, 左側を負として表している。交差点Aは道路幅員も広く, 比較の見通しのよい交差点である。一方, 交差点Bは道路幅員が狭いだけでなく, 両側の塀などの影響もあり, 見通しの悪い交差点となっている。例えば, 交差道路進入位置の5 m手前からの右方向に対する見通し距離で比較すると交差点Aでは45.3 mなのに対して, 交差点Bでは8.0 mとなっている。このように安全確認を行う位置や道路幅員, 見通しの妨げとなる障害物の存在などの地形的要因により見通し距離は大きく異なる。このため, それぞれの交差点のもつ地形的な特徴に応じた運転行動を適宜行うことが予防安全上重要であると考えられる。

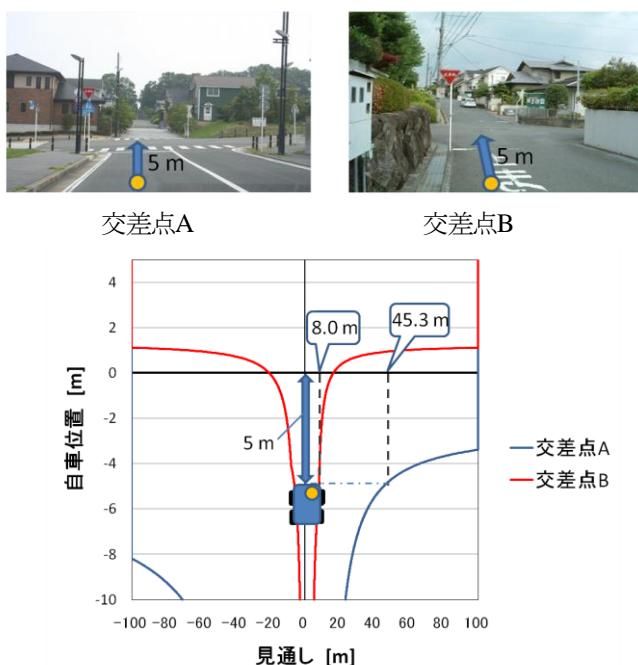


図1 確認位置と見通し距離の関係

### (2) 安全確保速度 (Highest Admitted Speed : HAS)

#### 1) HASの定義

筆者らは交差点における地形的要因を考慮した運転技能評価の尺度として, HASを提案している。これは, 交差点付近における速度, 安全確認行動, ペダル操作からなる運転行動データに加え, 地形的要因を考慮することで交差点を通過する際の他車両との衝突危険性を表す指標である。具体的には, 自転車ドライバーの運転行動データと交差点における見通し距離を用い, 衝突危険性が存在した交差車両の速度範囲という観点から運転技能の評価を行う。以下, HASの具体的な算出方法について述べる。

### 2) 運転行動データを用いた最終有効確認位置の決定

交差点通過時における確認行動のタイミングは, 予防安全の観点から非常に重要であるといえる。たとえ確認行動により, 交差車両を発見することができても, 急制動の回避行動が間に合わなければ, その確認行動には意味が無い。提案手法では運転行動データに含まれるドライバーの行った確認行動を有効なものとして無効なものとして分別する。図2は運転行動データの一例である。上から順に速度, ペダル操作, 安全確認行動の様子を表している。横軸はいずれも交差道路進入位置を0 mとしたときの自車の位置となっている。縦に引かれた3本の線は停止線に近い側から, 手前の歩道を走行する自転車, 右側からの自動車, 左側からの自動車の走行ラインを表している。このドライバーの場合, 交差点の20 m以上手前からブレーキを踏み続け, 減速を行い, 交差道路進入位置付近で速度が最も低くなっている。また, 安全確認行動は左右2回ずつ行っており, 特に最初の右方向への確認は, 最も長い時間をかけて行っていることが分かる。

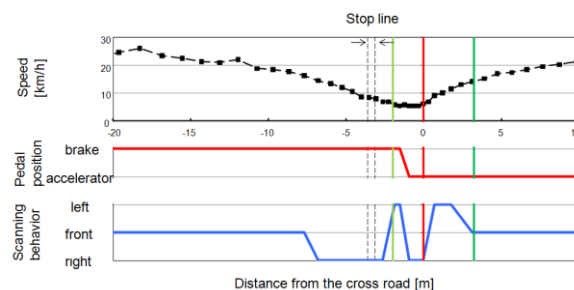


図2 運転行動データ

提案手法における有効確認とは, 自車が交差対象物を発見した際に停止行動を取った場合, 交差対象物と衝突するエリアに進入することなく停止することのできるような時点で行った確認行動のことである。一方, 交差対象物を発見し, すぐに停止行動を行ったとしても, 交差対象物との衝突エリアに進入してしまう場合, 自身の回避行動のみでは衝突を避けることができないことから, そのような確認は無効なもののみならず。この判定は, 安全確認を行った位置から衝突エリアまでの距離と停止距離との大小関係に基づき行う。具体的には衝突エリアまでの距離が停止距離より長い場合, その確認行動は有効となり, その反対の場合は無効となる。停止距離は以下の式により計算する。

足がアクセルにある場合;空走時間0.75 s

足がブレーキにある場合;空走時間0.20 s

$$\text{停止距離} = v \times \text{空走時間} + \frac{v^2}{2 \times g \times \text{摩擦係数}}$$

ここで $v$ は自車の車両速度、 $g$ は重力加速度である。また、摩擦係数は0.7として計算を行う。なおこの計算に用いる空走時間および摩擦係数は文献3)によった。

一般的に交差点に車両が近づくとつれ、ドライバーは交差側道路を遠くまで見渡すことができる。このことから、有効確認が複数ある場合、最も交差対象物の走行ラインに近い位置で行われた確認が「交差対象物を発見したときにそれとの衝突を回避でき、かつ最も大きい見通し距離が確保できていた確認行動」となり、その位置を最終有効確認位置と定義する。また、最終有効確認位置は走行ラインの違いから交差対象物によって異なるため、交差対象それぞれに対して算出する必要がある。

### 3) 交差点周辺状況に基づく見通し距離

2)で得られた最終有効確認位置における見通し距離を交差点形状の計測データから算出する方法の説明を行う。ここでは例として、右側からの自動車を対象とした場合の計算方法を説明する。図3に示すように、ドライバーの視線を遮る障害(見通し障害)から自車両右端ラインまでの距離を $a$ 、交差道路進入位置から、自車両までの距離、交差対象車両までの距離、見通し障害までの距離をそれぞれ $x$ 、 $b$ 、 $c$ とする。図3中の三角形A、Bの相似関係に着目すると、以下の式が成り立つ。

$$\frac{D - a - W/4}{b + c} = \frac{a}{x - c - L}$$

よって見通し距離 $D$ は以下の式で表される。

$$D = \frac{a}{x - c - L} \cdot (b + c) + a + W/4$$

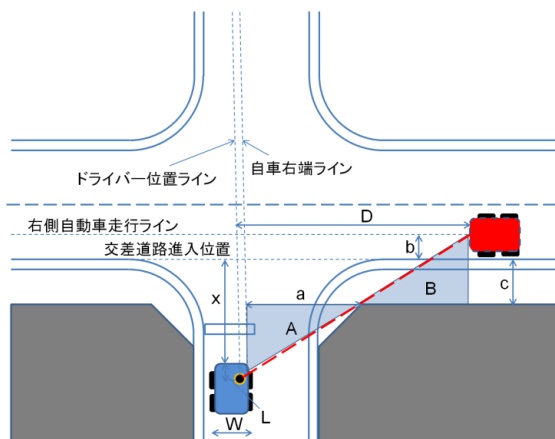


図3 見通し距離

ここで $W$ は自車幅である。ドライバーが右端から自車幅の1/4のところと仮定して計算を行っている。また、 $L$ は自車前端からドライバーまでの距離である。

### 4) HASの算出

図4のように、自車ドライバーが見通すことのできる範囲のすぐ外に、自車に接近する他車両が存在すると仮定する。HASの算出においては、この車両を交差対象物として、自車との衝突が起こると考える。その場合、両車両が同時に衝突エリアに到達することが衝突の起きる条件となる。このとき交差対象車両は、自車が最終有効確認位置から衝突エリアに到達する時間に見通し距離 $D$ に相当する距離を走行する。すなわち、最終有効確認位置での見通し距離を、その位置から衝突エリアまでの到達時間で除したものが仮定する交差対象車両の速度となり、これをHASと定義する。ここでは、見通しの直後に交差対象車両が存在した場面を仮定したが、さらに後方を走行していた車両でも、それ以上の速度で走行している場合、衝突の危険性が存在する。すなわちHASは、衝突可能性のある交差対象車両の中での最低速度に相当する。例えばHASが40 km/hだった場合、それより高い50 km/hの速度で走行する交差車両に対しては、自車側の回避行動のみでは衝突を避けることができないと考える。反対に30 km/hなど、HASによる評価結果より低い速度で走行する車両に対しては急制動により、衝突を回避できる。

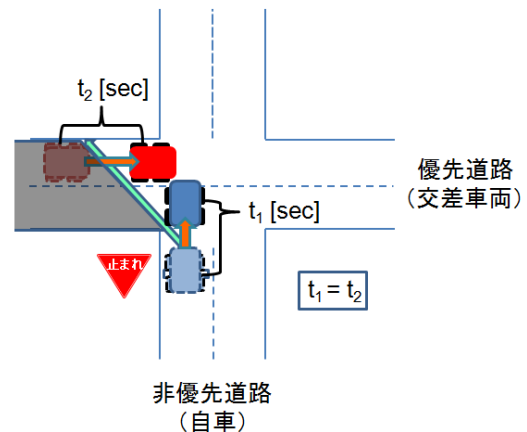


図4 到達時間の関係

### 3. HASによる技能評価の有効性評価

HASによる運転技能評価が予防安全上、どれだけ妥当性のあるものなのかを検証するために、以下の実験を行う。まず3.(1)において、多様なドライバーを被験者とした公道上走行実験で得られた運転行動データから、HASによる運転技能評価を行う。次に3.(2)では、安全運転のプロである自動車教習所指導員に3.(1)の実験のデータに対して予防安全という観点から評価してもらい、3.(3)において、これら二つの評価の関連性を調べ、HASによる評価がどれだけ妥当性のあるものなのか、その有効性について検証する。

## (1) 公道における実走行実験

本実験では1500 ccのオートマチック車を実験車両として用い、各被験者に対して公道上に設定した全長40 kmのコースを走行してもらった。そして、その走行中の被験者の運転行動を装着型センサおよび映像データで記録した。また、実験車両の位置を周波数1 HzのGPSにより取得した。これらのデータのうち本稿では、なるべく自然な運転行動データを抽出するため、コースのなかほどにある無信号交差点における通過行動を解析対象とした。本実験では、一般募集した30歳から78歳までの男女38人を被験者とした。被験者の属性を表1に示す。運転歴、運転頻度からみても、どのドライバーもある程度運転には慣れており、初心者やペーパードライバーなどは今回の被験者には含まれていない。

今回は運転行動を記録した映像データを1/10秒精度で手動チェックすることで、ドライバーの行った安全確認行動、ペダル操作のタイミングを取得した。また、自転車位置はGPSによる位置データを基に映像データによる補正を加え算出した。このようにして得たドライバー運転行動データを用いて、HASによる運転技能評価を行った。

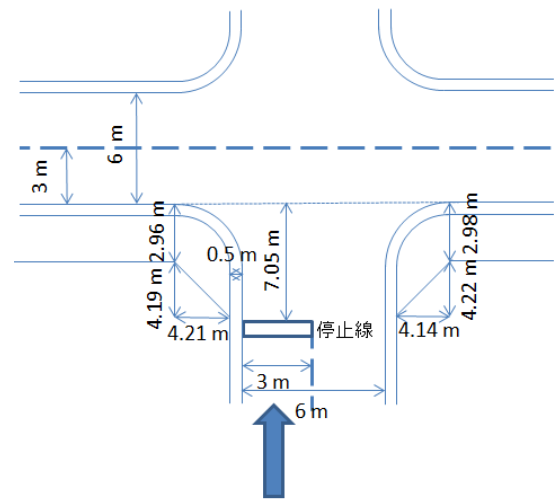
図5は対象交差点の外観図であり、図6にその道路形状、図7に確認位置と見通し距離の関係を示す。この交差点において、一時停止義務のある非優先側道路を通過するときの行動を評価対象とした。この交差点における自転車位置と見通し距離の関係を図7に示す。図5、図7から分かるように、対象交差点は道路横の植え込みなどの影響もあり、見通しが悪く、事故多発地点となっている。

表1 被験者データ

	範囲	平均
年齢 (歳)	30~78	56.9
運転歴 (年)	10~57	34.7
運転頻度 (日) (1週間あたり)	2~7	5.9



図5 対象交差点の外観図



進行方向

図6 対象交差点の形状

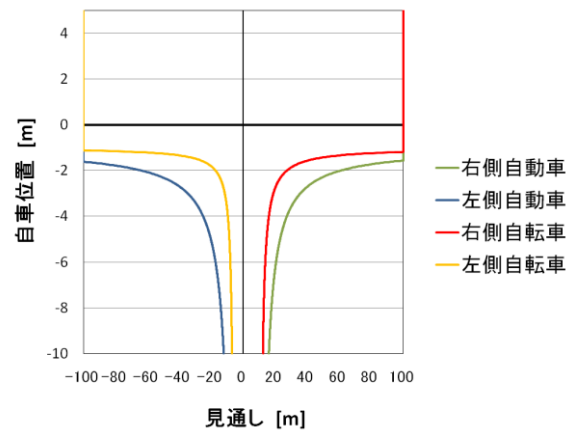


図7 対象交差点における確認位置と見通し距離の関係

なお今回、交差対象車両としては左右からの自動車に加え、自転車から見て手前側の歩道を走行している左右からの自転車を考慮し、評価を行うものとする。

図8から図11は38人のドライバーの運転行動に対するHASの値の分布を交差車両別に表したものである。

まず、右側からの自動車に対する評価(図8)は、HASの値が20 km/h以下と低くなったドライバーが全体のおよそ1/3の割合で存在した。一方、図9から、右側自動車に対する評価と比較すると左側自動車に対する評価は全体的に高くなっている。また左右の自転車に対する評価では、共に全体的に低くなっている。これは自転車の今回想定した走行ラインが自動車の走行ラインより手前側となっているためであると考えられる。

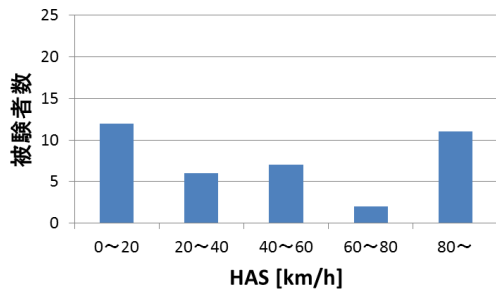


図8 右側自動車に対する HAS の分布

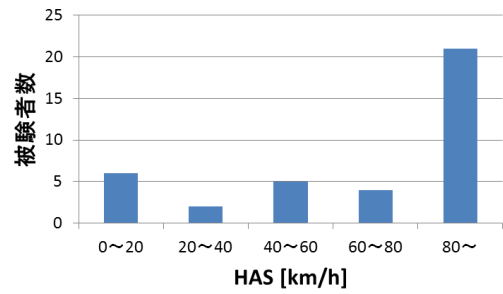


図9 左側自動車に対する HAS の分布

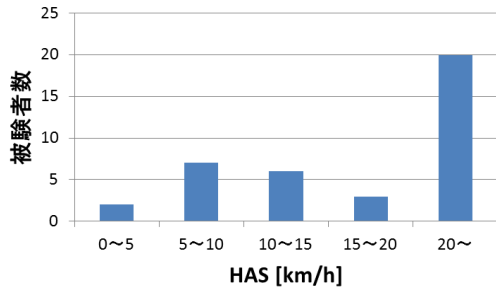


図10 右側自転車に対する HAS の分布

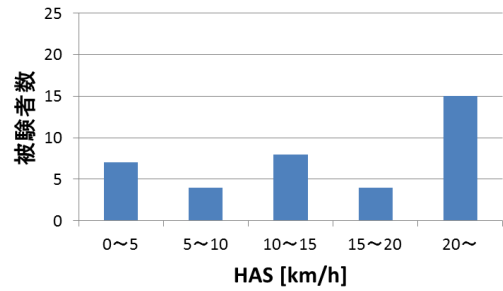


図11 左側自転車に対する HAS の分布

各交差対象別のHASによる評価結果間の相関を求めたところ、図11のようになり、高い関連性は認められなかった。このことから、例えば左側自動車に対して注意がよくできているドライバーであっても必ずしも右側自動車に対しても十分な注意ができているとは限らない。すなわち交差点通過時の運転行動を予防安全面から評価するためには、交差対象別に行った評価を総合して考える必要があるということが考察される。

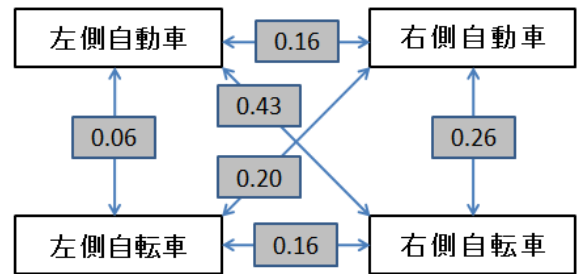


図12 相互相関

## (2) 自動車教習所指導員による評価

次に、自動車教習所指導員に予防安全面の観点から同じ被験者群の同交差点での運転行動を主観評価してもらった。評価は図13に示すように、実験中に撮影された、前方風景、ドライバーの顔、右足の動きをとらえたビデオ映像を見せ、「どちらでもない」を除いた4点尺度法(4が最高、1が最低)により、評点付けしてもらった。評価の際、指導員にはHASによる評価結果や目的は一切伝えなかった。今回は左側、右側など、個別の評価ではなく、被験者の運転行動が総合的に見て良いものか悪いものかを評価してもらった。ただし、指導員が重視したポイントを抽出するため、評価中に気付いたことを逐一発話してもらい、

その内容を音声録音した。この主観評価に要した時間は被験者1人あたり、おおよそ5分間であった。指導員による主観評価の結果を表3に示す。38人中の11人の被験者が1または2と低い評価となっていることが分かる。



図13 運転行動を記録した映像

表3 各評価点ごとのデータ件数

指導員評価	データ件数
1	1
2	10
3	15
4	12



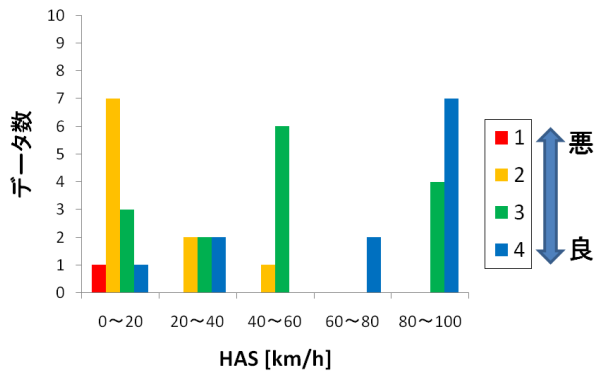


図14 HAS(右側自動車)の指導員評価別ヒストグラム

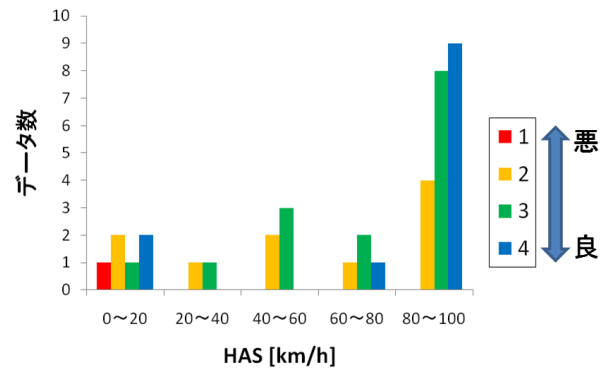


図15 HAS(左側自動車)の指導員評価別ヒストグラム

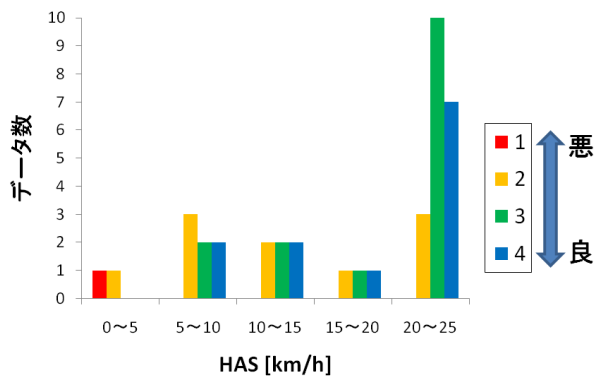


図16 HAS(右側自転車)の指導員評価別ヒストグラム

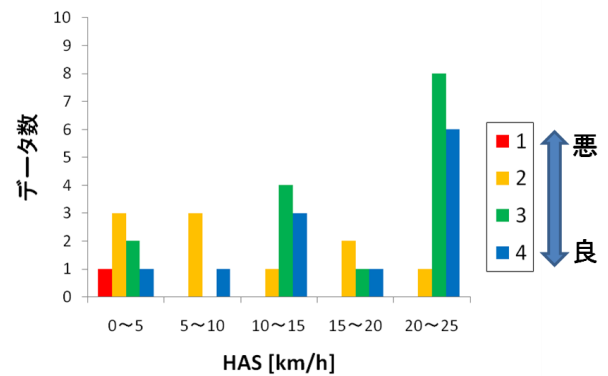


図17 HAS(左側自転車)の指導員評価別ヒストグラム

### (3) HASの結果と指導員による評価結果の比較

ここでは(1), (2)で得られた評価の関連性を調べる。図8から図11に示したHASによる評価結果を指導員の評価ごとに再分類したものを図14から図17に示す。

まず、右側自動車に関しては、HASによる評価と指導員による評価結果の相関係数は0.64となった。しかし、左側自動車、右側自転車、左側自転車に対しては、相関係数が0.36, 0.32, 0.37となり、強い関連性は認められなかった。この理由として3.(1)でも述べたように、左側への注意ができていないドライバーが右側への注意に関して十分に行えているとは限らないことが考えられる。そのため、交差対象別のHASによる評価を総合して、1つのパラメータとし、指導員による評価と再度比較を行う必要があると考えた。HASを用いた総合評価HAS<sub>s</sub>は、以下の式により計算する。HAS<sub>lc</sub>, HAS<sub>rc</sub>, HAS<sub>lb</sub>, HAS<sub>rb</sub>はそれぞれ左側自動車、右側自動車、左側自転車、右側自転車に対するHASである。HASは計算の性質上、無限大となることもあることから、ここでは自動車に対するHASの上限は100 km/h、自転車に対するHASの上限は25 km/hとして計算を行っている。

$$HAS_s = \frac{HAS_{lc} + HAS_{rc} + 4(HAS_{lb} + HAS_{rb})}{4}$$

被験者38人のHAS<sub>s</sub>を計算した結果と指導員による評価を比較したものを図18に示す。

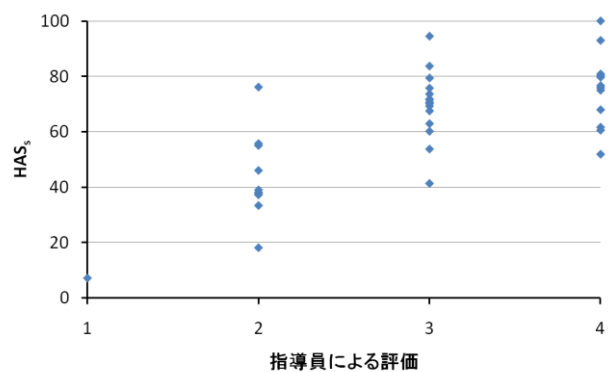


図18 HAS<sub>s</sub>と指導員による評価の関係

HAS<sub>s</sub>の平均を指導員による評価別で見ると、1から順に7.3, 42.4, 69.8, 75.3となった。このHASの統合により、HASによる評価と指導員による評価の間の相関係数は0.71となった。指導員による評価は予防安全面の観点から信頼できるものと考えられるため、HASによる運転技能評価の有効性を示唆する結果となった。

### 4. 安全運転教育への応用を見据えたHASの拡張

前章までの議論により、HASによる評価結果が指導員の見解と近いものとなることが分かった。本章では、この結果を踏

まえ、HASを実際の講習現場に導入する際に解決すべき問題について論じる。指導員へのインタビューにより、講習現場では、ドライバーに対して評価結果をいかに分かりやすく伝え、納得させるかが重要であることが明らかになっている。3章においてHASが有効であることは示されたが、この評価結果は交差点の交通状況を考慮していない。例えば、HASが30 km/hと評価された交差点通過行動でも、30 km/h以上で走行する交差車両が頻繁に通る交差点と、ほとんどの交差車両が30 km/h以下で走行しているような交差点では、その危険性はまったく異なる。そのためドライバーを納得させるという観点からは、現状のHASによる評価では不十分であると考えられる。このことから筆者らは交差点状況の一つとして、交差側道路を走行する車両の速度分布を考慮することによるHASの拡張を提案する。すなわち、HASの値をそのまま提示するのではなく、図19に示すように当該交差点状況下においてどの程度、交差車両との衝突危険性があったのかという観点からの評価を行う。これによりドライバーが自分の運転を直感的に理解しやすい形で評価結果を示すことができると考えた。

そこで筆者らは、今回評価対象とした図4の交差点において、交差側道路を走行する自動車の速度分布を計測した。計測は平日の午前中、2時間の間に通過した全121台の自動車に対して、交差点中央における速度をスピードガン(Bushnell社「スピードスターV」)を用いて行った。この計測実験により得られた交差車両の速度分布を図20に示す。なお今回使用した計測機器の関係上、16 km/hを下回る速度の車両に対しては計測不可であったため、低速車は16 km/h未満のランクにまとめた。

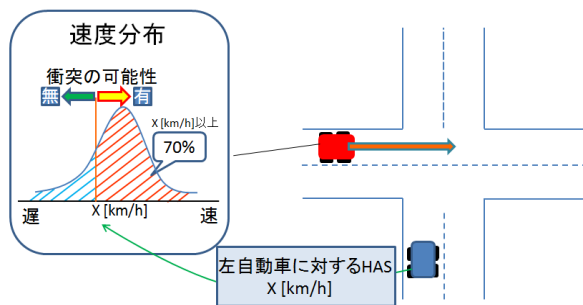


図19 HASと交差車両の速度分布を用いた評価手法

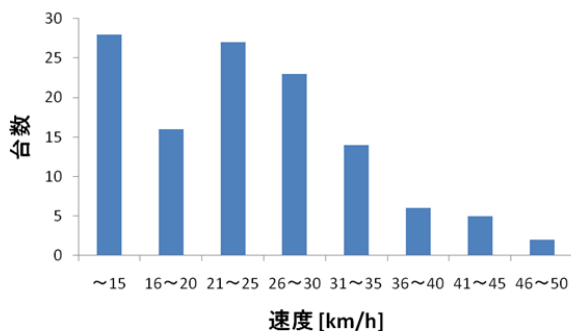


図20 対象交差点における交差車両の速度分布

なお今回の計測実験では優先側道路から見たときの交差車両の有無も記録したが、それによる速度分布に顕著な違いは見られなかったためそれらの区別は行わなかった。

図21は右側自動車に関する指導員評点別のHASの分布と今回計測した速度分布を並べたものである。HASの分布から、指導員が好ましくないと判定した事例の約7割がHASの値で見ると20 km/h以下となっていることが分かる。一方、指導員が好ましいと判定した事例に関しては、約8割がHASの値で見ると40 km/h以上となっている。すなわち、HASの値での20 km/hから40 km/hの間に指導員が良し悪しを判断する基準が存在すると思われる。これを速度分布に当てはめると、20 km/h以上の速度で走行する車両は全体のおおよそ64%を占めている。このことから指導員が好ましくない運転行動と判定した被験者の約7割が、64%の交差車両に対して、タイミング次第で衝突する危険性があったということになる。同様に速度分布から、40 km/h以上の速度で走行していた車両の割合を見ると、全体の7.4%であった。すなわち、指導員が好ましい運転行動と判定した被験者の約8割が、およそ93%の車両に対しては衝突危険性が無いという安全な運転行動であったといえる。以上の結果から、指導員が運転行動の良し悪しを区別する基準がHASによって定量化できることが示唆された。この直感的に理解しやすい形での評価結果により、ドライバーに対する安全運転教育効果が期待できると考えられる。

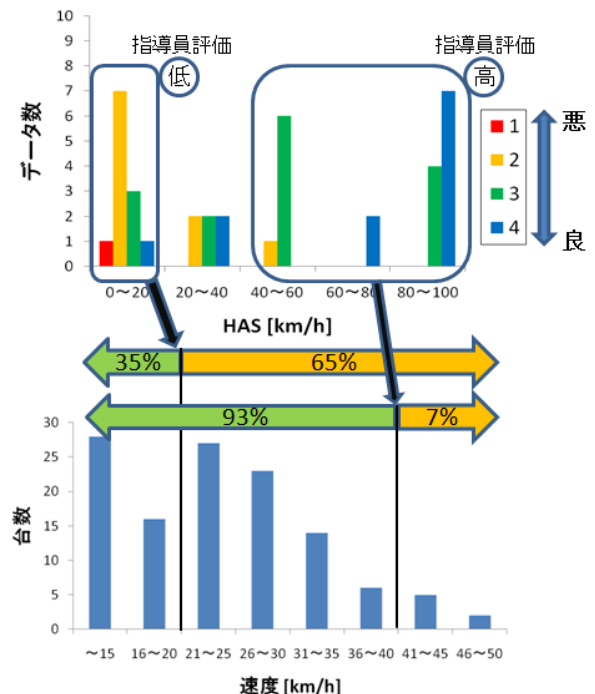


図21 HASによる評価結果と速度分布の比較

## 5. 考察

今回HASの交差対象別評価を統合することによって指導員による評価との間の相関係数0.71となり、関連性が認められる結果となった。しかし、一部の事例については、HASによる評価が高いにも関わらず、指導員による評価が低いなど、評価が一致しなかった。この原因の一つとして、HASの性質上、有効確認と無効確認の判定結果により、評価結果が大きく左右されることが挙げられる。極端な場合、安全確認行動を行う位置がほんの少しずれるだけでも、その間に自車から衝突エリアまでの距離と停止距離との関係から有効判定が逆転するケースもある。こうなると評価結果には大きな差が生まれる。しかし、各計測における誤差などを考慮すると、こういった頑健でない要素が存在しては安定した評価につながらない。したがって、有効確認と無効確認の自動判定処理を確率的に行うなど、安定した評価方法に向けて改良を進めたいと考えている。

一方、HASによる交差対象別評価を指導員による評価と比較した場合、右側自動車に対する評価では、HASと指導員との評価結果の間の相関係数が0.64となり関連性が認められた。しかし、他の3つの交差対象に関しては高い関連性は認められなかった。その理由を調べるため、評価中の指導員の発話内容のチェックを行った。その結果、交差対象物に対しては問題ないとしながらも、総合的に見て他の車両に関しては危険だと判断して低い評点を付けている事例が複数存在した。このように指導員は、危険だと考えられる交差対象が1つでも存在すると判断した場合、総合的な評点を低くつけたと考えられる。これに対し、本稿におけるHASを用いた評価では、交差対象物ごとの評価結果の平均を用いることで1つの評価結果として統合する形での比較を行ったが、重みづけによる加重平均など、比較方法については今後の検討課題である。さらに、交差対象物として考慮すべきなのがこの4つで十分なのか、もしくは過剰ではないかの検証も行いたいと考えている。

また、現状のHASの計算では交差側道路の車両は一定の速度で走行していると仮定しているが、今回の速度計測で優先側を走行する車両であっても交差点に近づくにつれ減速を行うドライバーも多く認められた。この速度変化についても考慮した評価を行うことができれば、実交通環境をより反映した評価が可能となると考えられる。

## 6. まとめ

本研究では、ドライバーに対し、自身の運転の改善すべき点を客観的に指摘し、安全運転意識の向上を図るための一手法として、交差点形状に基づく見通し距離の変化および交通状況に着目した評価手法を提案した。筆者らは、HASによる評価結果が予防安全上どれだけ妥当であるかを、自動車教習所指導員による評価との相関から調べた。公道上で計測した38人のドライバーの運転行動データを用いて評価

の比較を行ったところ、相関係数0.71と高い関連性を示し、運転技能評価尺度としての有用性を実証した。さらに、このHASの評価結果に周辺交通流の速度分布をあてはめることにより、他車両との衝突確率というより直感的な形でのフィードバックが可能となった。また、HASと交通状況の考慮により指導員のもつ、良い運転、悪い運転の判断基準を定量的に明らかにすることが可能となった。

なお今回は確認行動とペダル操作は映像から手動で取得したが、安全運転教育のツールとしての効果を期待するためには、評価結果のフィードバックを即座に行うことも重要となる。筆者らが開発している運転技能評価システムは装着型センサを用いることにより、運転行動データを自動的に抽出することをすでに実現している。よって、このシステムを用いることにより、HASによる運転技能評価を自動化および高速化することは容易である。筆者らは、HASによる運転技能評価が実際の講習現場において、どれだけ有効であるかを調べるため今年度後半に、トラックドライバーの安全運転講習の現場に導入し、その教育効果の検証を目的とした実証実験を行うことを計画している。

## 参考文献

- 1) 多田 昌裕：装着型センサを用いた運転技能自動評価システムとその応用，自動車技術会 Vol.64, No.10, 2010
- 2) 加門 達也，梅原 茂樹，小坂 洋明，西谷 紘一，溝口 洋司，小花 麻純，佐々木 和也：車両速度・左右確認動作・ペダル操作に基づいた無信号交差点非優先側通過行動の危険度評価，自動車技術会2009年春季大会学術講演会前刷集，No.4-09, 1-4, 2009
- 3) Marc Green：How Long Does It Take to Stop, Methodological Analysis of Driver Perception-Brake Times, TRANSPORTATION HUMAN FACTORS, 1(3), pp. 195-216, 2000