

# 速度抑制のための速度計測と速度抑制情報板の評価

竹内 聖人<sup>1</sup>・池田 典弘<sup>2</sup>・荻野 弘<sup>2</sup>・野田 宏治<sup>3</sup>・山崎 基浩<sup>4</sup>・安藤 良輔<sup>4</sup>

<sup>1</sup>非会員 株式会社キクテック事業開発部 (〒457-0836 名古屋市南区加福本通1-26)  
E-mail: ki\_takeuchi@kictec.co.jp

<sup>2</sup>正会員 株式会社キクテック事業開発部 (〒457-0836 名古屋市南区加福本通1-26)  
E-mail:h\_ogino@kictec.co.jp

<sup>3</sup>正会員 豊田工業高等専門学校教授 環境都市工学科 (〒471-8525 愛知県豊田市栄生町2-1)  
E-mail:noda@toyota-ct.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 公益財団法人豊田都市交通研究所 研究部 (〒471-0024 愛知県豊田市元城町3-17)  
E-mail:yamazaki@ttri.or.jp

交通死亡事故の多くが車両の速度超過によることが知られている。特に、地域内においては住民の安全で快適な生活環境が求められており、ゾーン30などの対策で通過車両の排除や速度超過車両の速度抑制策が講じられるようになった。

本研究はゾーン30などで速度規制がかけられた地域で、規制速度を超過した通過車両に注意喚起を促すための速度計測と表示方法を検討したものである。

速度計測とその評価は①表示板がない状態、②表示板を設置した状態、③表示板を取り外した状態、について、自動車の速度の変化を平均走行速度、計測区間の通過時間、速度の変化を示すACC(アクセレーションノイズ)といった指標で評価したものである。今回開発した速度計測装置は通過車両すべての速度が自動計測でき、速度超過車両への速度抑制効果ははかられることも示された。

**Key Words :** Acceleration Noise, dynamic speed display sign (DSDS), doppler effect, microwave

## 1. はじめに

地区内生活道路における住民の安全安心を目的とした各種の交通についての対策が導入されてきた。従前の対策の主なものとしてハンプや道路幅員狭さくといった物理的な対策、通過車両に心理的な効果を狙った看板などのソフト的なものを中心であった。平成23年9月に警察庁からは地区内の安全安心を確保するための方策として通過車両の速度を面的に抑制する「ゾーン30」の指定を促す通達が各県警に出された。

従前の対策は効果をあげているものの適応範囲が限られていた。その点「ゾーン30」の指定は地域全体に各種の規制をかけることができ、広域的な速度抑制なども期待できる。

本研究では規制速度を超過して地区内を走行する車に対して、規制速度を遵守させる目的で「速度オーバー」、「規制速度30」などの表示を提示するための速度計測システムの開発と表示の効果を示すものである。

## 2. 速度計測システムの概要

移動体の速度計測には速度取締りに用いられているレーダー波によることが知られているが、レーダーは電波法の規制を受けることから用途にかなりの制限がかかっている。また、画像処理による方法は情報技術の急速な進歩で有用であるが設置場所や天候に左右されやすい欠点がある。

本研究に用いたマイクロ波による速度計測では電波法の規制を受けることなく、また、天候や設置場所などの影響を受けにくい利点がある。

図-1に速度センサーの構成を、表-1に速度センサーの仕様を示す。

表-1 速度センサーの仕様

項目	性能
検知距離	車：※100m
検知速度	214km/h
表示単位	1km/h
速度計測方式	周波数測定方式
マイクロ波周波数	中心周波数 24.15GHz typ

※検知距離100mは周囲環境により変動します。

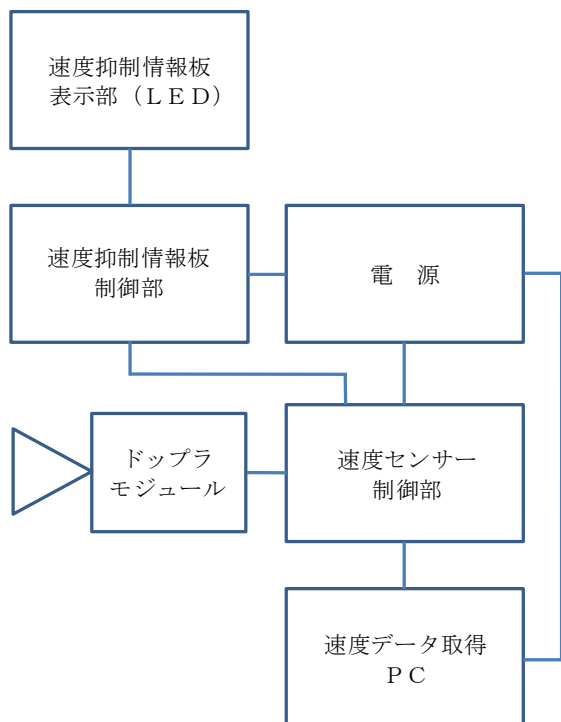


図-1 速度センサーの構成

検知できる移動体は自動車の主であるが自転車なども検知する。検知距離はマイクロ波の照射範囲関係から約100mである。また、測定精度は表示単位で1km/hであり、「ゾーン30」の地域内で速度表示での精度は十分である。

### 3. 速度警告表示

#### (1) 速度警告表示のタイミング

図-2はセンサー検知区間に自動車が入った瞬間からの走行速度の状態を示す。速度は18.86HzのサンプリングでPCに取り込まれる。

速度警告表示板の表示はセンサー検知区間に入ったときの速度が30km/hを超えている場合は「速度オーバー」と「ゾーン30」の表示がスクロールする。一方、速度が30km/hより遅い場合は「速度OK」と「ゾーン30」の表示がスクロールする。表示板の表示の切り替え時間を1秒間としていることから、速度についての表示では1秒単位で、2画面のスクロールでは2秒単位の速度により表示を制御している。図-2で運転者が表示板の内容を確認し速度を落とした場合の空間的な速度のランニングカーブは途中で低下する図となり、表示がない場合や表示を無視して走行する場合のランニングカーブは変化が少ない図となる。

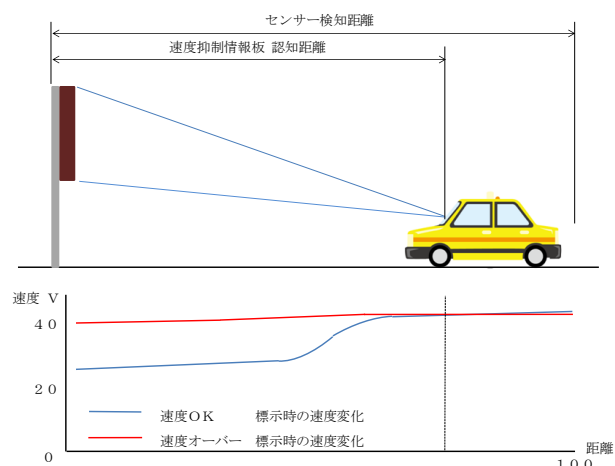


図-2 センサー検知区間と速度の関係

#### (2) 速度警告表示

本研究における速度警告表示は愛知県刈谷市刈谷東小学校区に設置した。図-3に示すように表示板設置位置の手前に従方向が一時停止の交差点があり、速度検知区間の車の速度の計測中にこの交差点を車が通過したり右左折すると一時的に速度の計測ができず、速度データの一部欠損が生じた。

今回の実験では車が速度検知区間に進入した場合、図-4に示すような速度に応じた2種類（速度が30km/h以上で「速度オーバー」、30km/h未満で「速度OK」）の速度警告表示と「ゾーン30」を交互にスクロール表示するようにしてある。

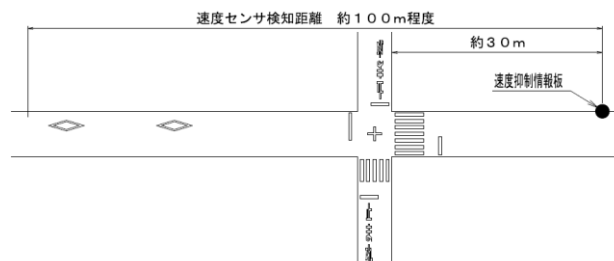


図-3 速度抑制表示板設置位置

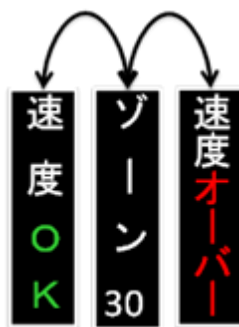


図-4 速度警告表示

#### (3) 加減速変動（アクセレーション・ノイズ）

図-2で示されるランニングカーブの違いを表現する指標として加減速度変動がある。時間的な速度変化と空間的な速度変化の関係を図-3に示す。dt時間の間の速度変化は式(1)で示される。

$$\alpha(t) = \frac{dV}{dt} \quad \dots \dots (1)$$

式(1)の加速度の分散を式(2)とし、加減速度変動(ACC: アクセレーション・ノイズ)と定義する。

$$\alpha_t^2 = \frac{1}{T} \int_0^T (\alpha(t) - \bar{\alpha})^2 dt \quad \dots \dots (2)$$

ここに

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{T} \int_0^T \alpha(t) dt \quad \dots \dots (3)$$

一般には加減速度の平均は0となることから式(2)は式(4)で示すことができる。加減速度変動の単位は{(m/s<sup>2</sup>)<sup>2</sup>}である。

$$\alpha_t^2 = \frac{1}{T} \int_0^T \alpha^2(t) dt \quad \dots \dots (4)$$

また、速度は一般的には離散的に得られることから式(4)を離散的に展開した式(5)が使われる。

$$\alpha_t^2 = \frac{1}{T} \sum \alpha_i^2(t) \Delta t = \frac{1}{T \cdot \Delta t} \sum \Delta V_i^2 \quad \dots \dots (5)$$

したがって、本研究では速度表示の有無による走行速度の変化の評価の一つとして式(5)で示される加減速度変動値で行う。

#### 4. 結果

##### (1) 速度抑制表示の有無

走行速度に応じて表示板の表示がされる場合と表示がされない場合で平均速度、加減速度変動、累計走行距離を表-3に示す。平均速度では表示がある場合が32.7km/h、表示が無い場合は35.7km/hで、速度警告表示により減速行動が生じていることが分かる。加減速度変動では表示ありでは84.27、無しでは66.93となっており、速度抑制表示がある場合では加減速度変動が大きくなっ

表-3 表示の有無での走行挙動

表示の有無	平均速度 (km/h)	ACC (m/sec <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /台	累計走行距離 (m/台)	集計台数
表示あり	32.7	84.27	86.05	82
表示無し	35.7	66.93	81.71	80

累計走行距離が80m~110mの場合

ている。このことは速度抑制表示をみたことで速度を減速しているためである。

##### (2) 累計走行距離

図-2に示されるように速度センサーの特性から90mから100mの範囲からセンサー設置位置までの間で、サンプリング周期が18.86Hzで速度データを取り込んでいる。したがって途中から検知区間に入る車や、途中で交差する車があると速度データが途切れることとなる。図-5は表示が無い場合、図-6は表示がある場合の連続的な速度データを積分し距離にしたものである。図より80mから100mの範囲に累計走行距離が分布するはずであるが、速度検知区間の中で何らかの状態で速度データが途切れたことを示している。このことから累計走行距離の分布形状から交通量の多少、途中からの流入などの交通条件の変化を捉えることができる。

図-7は累計走行距離の分布を30分単位で示したものである。図より交通状況が安定する8時30分から9時00分までの30分間の累計走行距離の分布を示す。累計走行距離が90m~100mの区間に集中していることが分かる。8時30分から9時00分までの時間帯は速度検知区間を走行する車の多くが単独で走行していることを示しており、一方、110m以上では追従走行が、80m以下では途中からの車の流入があるなど交通状況が分かる。

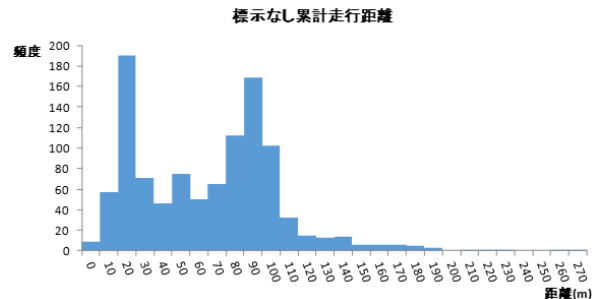


図-5 表示なしの場合の累計走行距離の分布

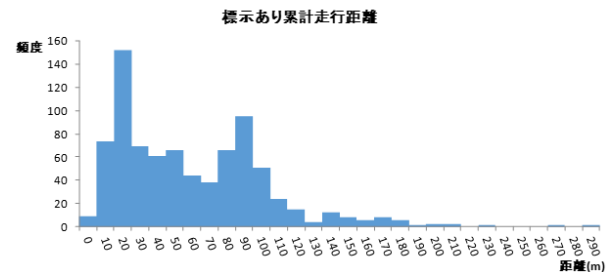


図-6 表示ありの場合の累計走行距離の分布

##### (3) ランニングカーブから見た走行特性

車の走行速度の変動を式(5)で示される時間的に示し、交通規制や交通管制の特性を評価する場合がある。

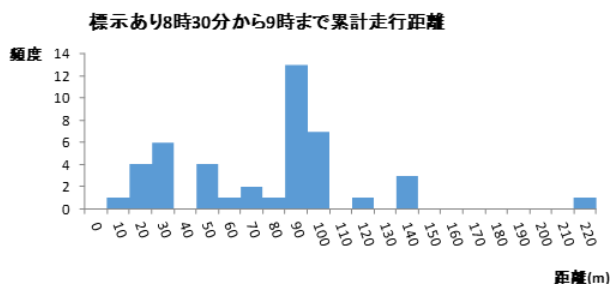
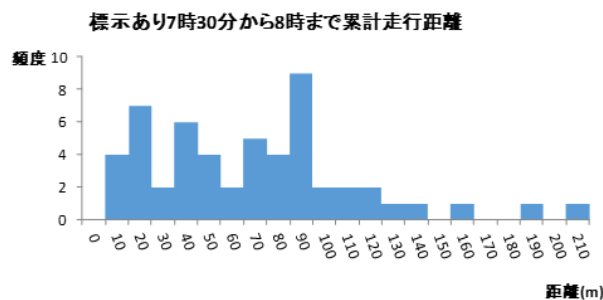
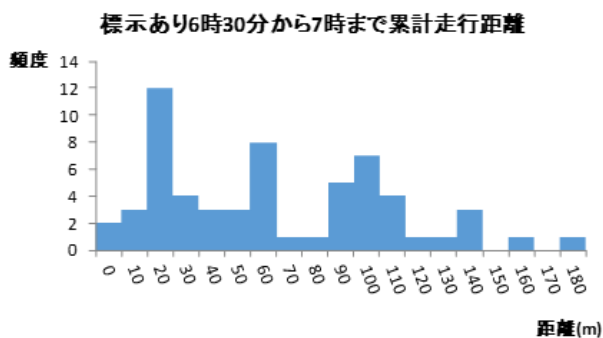


図-7 時間帯別に見た類型走行速度の分布

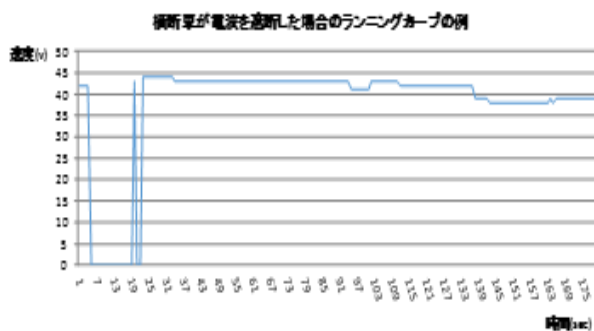


図-8 速度検知区間を車で遮断された場合のランニングカーブ

図-8は検知区間を走行中の車の前を横断車が遮った場合で表示が無い場合のランニングカーブを示している。また、図-9は表示がなされ、表示が提示された後で減速した場合のランニングカーブである。

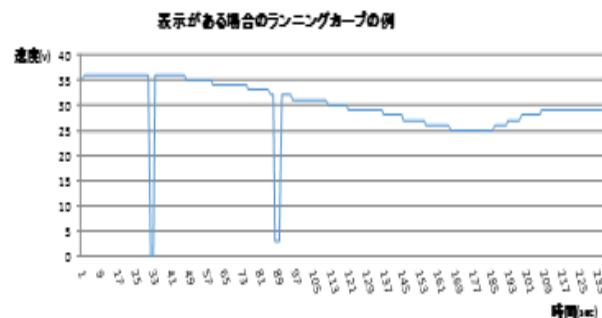


図-9 表示がある場合のランニングカーブ

いずれも18.86Hzで速度を取り込んだ生データでありノイズを拾っていることが分かる。表-3に示した走行挙動の評価ではノイズと思われるデータを補完して速度を求めている。

図から速度抑制表示の有効性を速度センサーにより評価できることが分かる。

## 5. まとめ

本研究では走行速度を18.86Hzのサンプリング測定できる速度センサーを利用して速度抑制標示板の効果を評価できることを示した。

「速度オーバー」、「速度OK」、「ゾーン30」といった速度抑制標示板の表示による速度低下を「ランニングカーブ」で示すことができる。

走行速度が18.86Hzのサンプリングで得られることから速度を積分することで減速位置が特定でき、効果的な設置場所を示すことができる。

しかしながら、マイクロ波のノイズや途中で交通障害の影響を受けることも明らかとなった。今後は、こうした現象をパターン化するなどの改善が必要である。

空間的な加減速度変動（アクセレーション・ノイズ）は交通の流れを制御する場合の評価指標として知られており、速度抑制標示板の「速度オーバー」、「速度OK」などの表示効果の評価にも適用できることも示した。

今後の課題では18.86HzというサンプリングレートではPCIに取り込むデータ量が膨大（ビッグデータ）となることからどの程度までサンプリングレートが望ましいか、また、ノイズや速度検出パターンのカテゴリー化を図る必要がある。

Evaluation of speed measurement and the speed restraint information board for speed reduction  
 Kiyohito TAKEUCHI, Norihiro IKEDA, Hiroshi OGINO, Koji NODA, Motohiro YAMAZAKI  
 and Ryosuke ANDO