

プローブデータを活用した無信号交差点における 車両進入挙動の指標化に関する研究

豊橋技術科学大学
建築・都市システム学系
都市・交通システム研究室

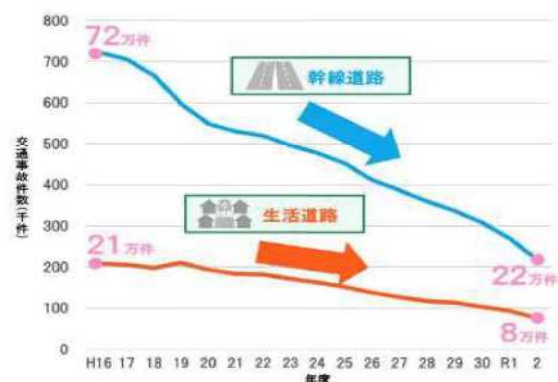
大久保 皇
松尾 幸二郎

研究背景

生活道路内の
無信号交差点に着目

社会背景

- ◆ 幹線道路に比べて生活道路における事故の減少率は小さい
- ◆ 交差点の数が多いため、優先的に対策を実施すべき交差点を抽出するのは容易ではない



※生活道路：車道幅員5.5m未満、
幹線道路：車道幅員5.5m以上として集計

事故発生件数の推移

出典) 国土交通省「交通事故の状況」

⇒ 事故の危険性を効率的に評価することが重要

研究背景

学術的背景

- ◆ 自動車の緯度・経度，速度情報などを含んだプローブデータの活用が可能となった
- ◆ JARTIC（日本道路交通情報センター）による交通規制情報のオープン化



⇒ プローブデータと交通規制情報を結び付けた車両挙動の分析が可能

研究目的

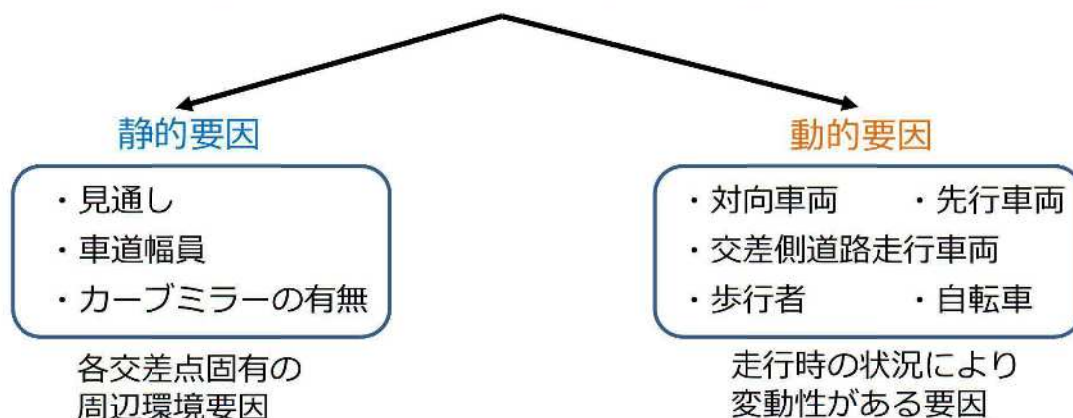
- ◆ プローブデータ
- ◆ 一時停止規制情報
(JARTICの交通規制情報)

研究目的

無信号交差点(一時停止規制側)における車両進入挙動を分析し，事故につながると考えられる危険挙動特性を表現する定量的な指標を考案すること

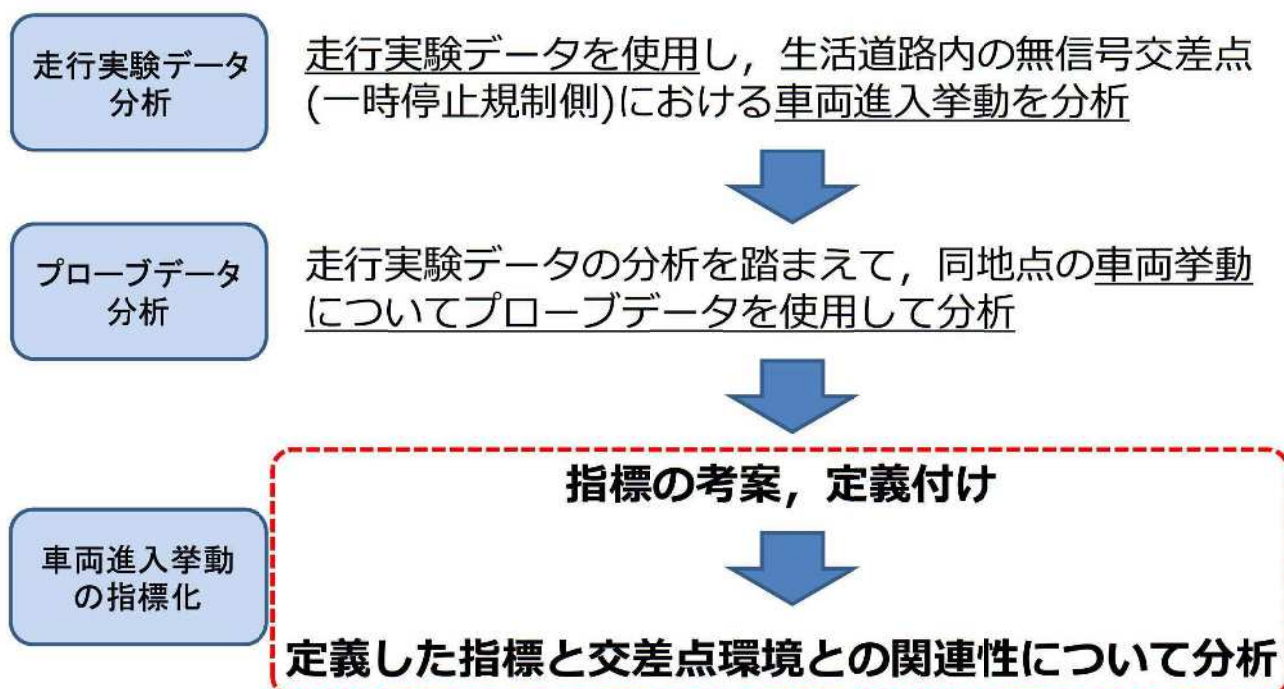
車両挙動影響要因

車両挙動に影響を与える交差点周辺環境要因



- プローブデータから動的要因の有無に関するデータは得られない
⇒ 既往研究の走行実験データを活用して動的要因の有無による交差点進入時の車両挙動の違いについて分析

研究フロー



走行実験データの概要

◆ 使用データ

当研究室の過去の研究※
 において2009年に実施された車両走行実験（2009年）のデータ

◆ 実験内容

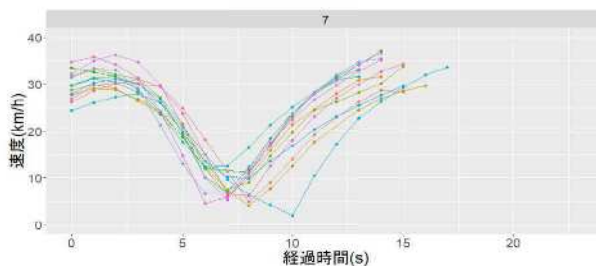
- 5人の被験者が実験コースを4走行(1名のみ3走行, 計19走行)
- セーフティレコーダとビデオカメラのつけられた自動車で走行
- セーフティレコーダには0.1秒ごとの車速が記録

※加川一輝, 廣島康裕, 松尾幸二郎:
 安全性と利便性を考慮した無信号交差点環境の総合評価のためのドライバー知覚コスト分析
 -車両走行実験を用いた運転挙動分析と知覚コストモデル-,
 土木学会論文集D3 (土木計画学), 67(5), I_1215-I_1224, 2011

交差点進入時の速度変化

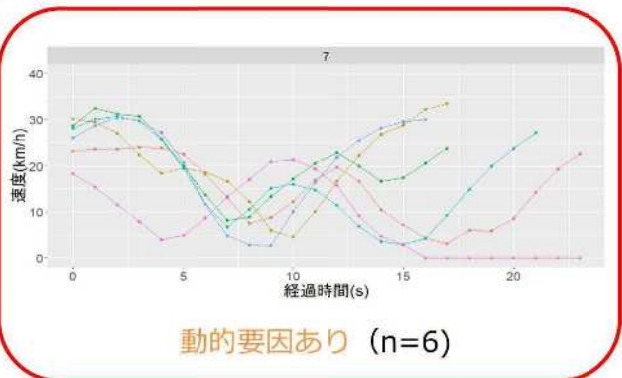
- 全361回の交差点進入データ(19進入方向×19走行)
- 動的要因なし: 206走行, 動的要因あり: 120走行
 (※データに不備があった走行は除く)

◆ 交差点進入時の速度変化 (進入方向7)



動的要因なし (n=13)

挙動の乱れ **大**



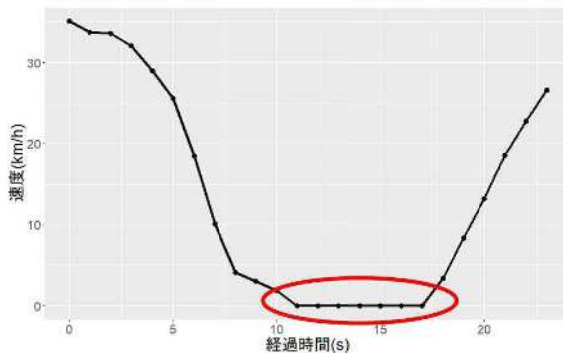
動的要因あり (n=6)

交差点進入時の速度変化

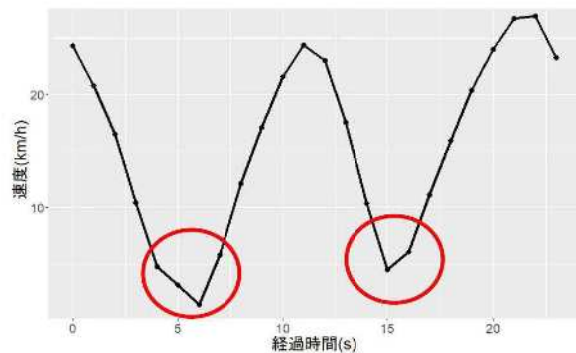
動的要因があった走行の特徴

- ①減速時の記録速度が0km/hとなっている
- ②減速からの加速を2回以上繰り返している
(谷が2つ以上のグラフ)

◆ 特殊な挙動を示す走行



速度0km/h (特徴①)



谷2つ以上 (特徴②)

交差点進入時の速度変化

動的要因があった走行の特徴

- ①減速時の記録速度が0km/hとなっている
- ②減速からの加速を2回以上繰り返している
(谷が2つ以上のグラフ)

◆ 特殊な挙動を示す走行の割合

	動的要因あり (n=120)	動的要因なし (n=206)
①速度0km/h (%)	27.50	1.94
②谷2つ以上 (%)	60.00	18.45

大 > 小

⇒ プローブデータ分析において、上記の2つの特徴が見られた走行は動的要因ありと判定して分析対象から除外

プローブデータ 分析

プローブデータの概要

◆ 使用データ

- パイオニア社のプローブデータを使用
- 2013年, 2016~2021年の走行データを使用
- 3~4秒ごとにデータ取得
- 車両ID, 位置情報, 速度情報, 記録日時などの情報

◆ 対象地点

- 走行実験と同じ豊橋の生活道路内交差点
- 進入方向の番号については走行実験データと統一
⇒ 走行実験と比較しながら分析

使用データ整理

- ◆ 動的要因があったと思われる走行を分析から除外
(速度0km/h, 谷2つ以上)
- ◆ 対象交差点を直進通過した走行のみ分析
- ◆ **特殊な挙動を示す走行の割合 (動的要因判定後)**

進入方向	走行データ数	進入方向	走行データ数
3	688	30	209
6	572	33	180
7	53	36	5
8	38	37	7
11	188	43	9
21	8	44	1
22	67	45	33
24	142	46	52
27	409	47	136
29	352	合計	4274 → 3149

前 後

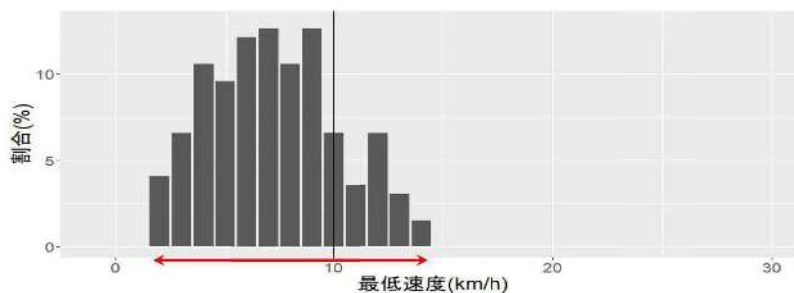
交通量の違いにより、得られたデータ数に偏りがある



取得データ数が十分(n≥10)である進入方向を対象とし、分析を行う

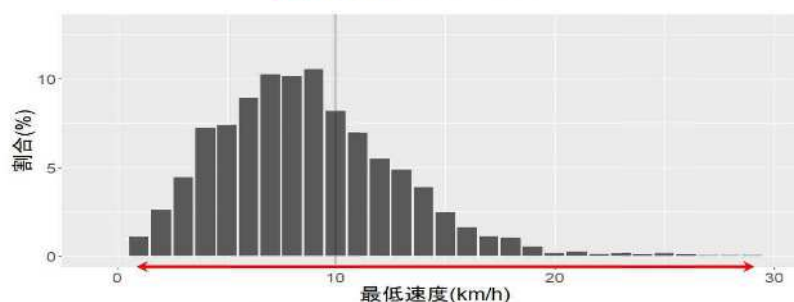
最低速度分布

- ◆ **交差点進入時の最低速度分布**



走行実験 (n=149)

プローブデータの方がより広い範囲に最低速度が分布している



プローブデータ (n=2985)

走行状況の違いにより、車両挙動のばらつきが大きい

車両進入挙動 の指標化

一時停止率

- 一時停止率の算出を検討

- 動的要因がない走行では減速時に0km/hと記録されている走行データはほとんどない



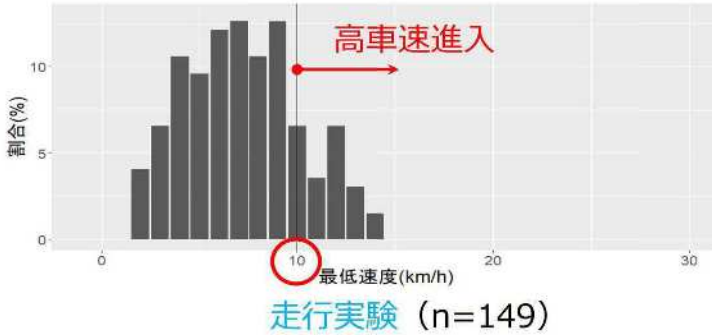
- 最低速度分布から一時停止の定義を検討

- 最低速度は広範囲に分布

⇒ **一時停止率の算出は断念**

高車速進入率

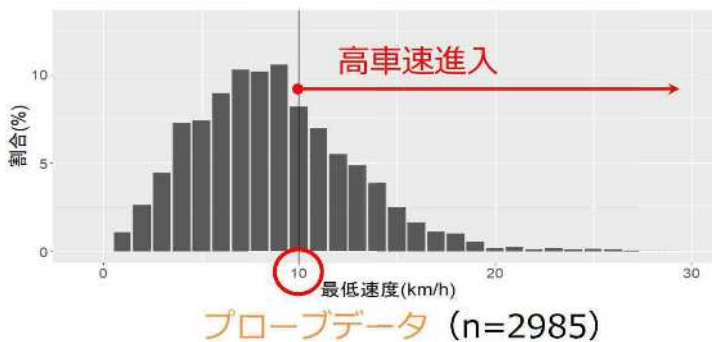
◆ 交差点進入時の最低速度分布



最低速度が **10km/h以上** で
走行割合が減少

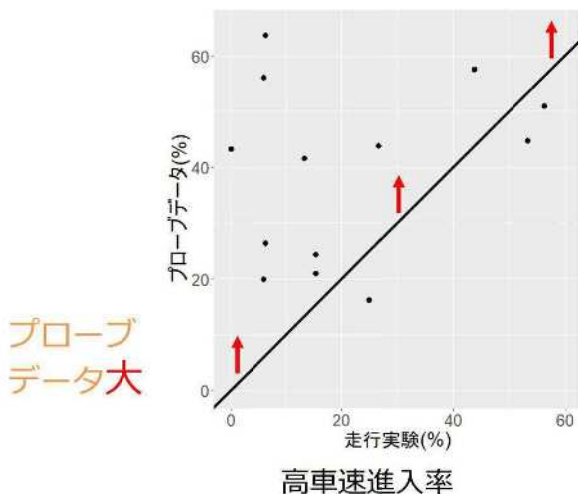


最低速度10km/hを
基準とし、**10km/h以上**
の走行割合を高車速進入率
として定義し、分析を行う



高車速進入率

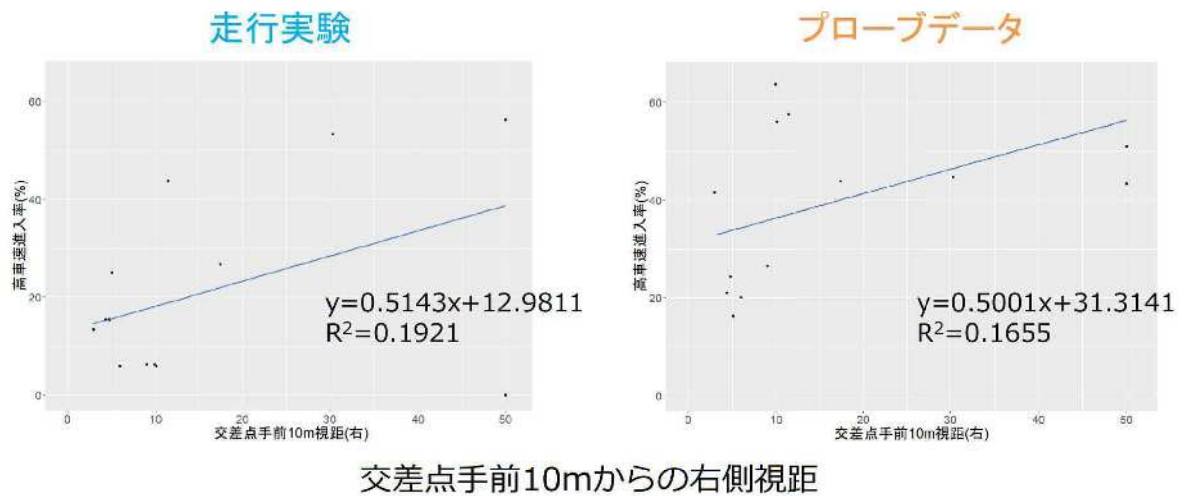
◆ 各進入方向の高車速進入率の比較



- ・ 走行実験 :
平均高車速進入率 = **20.1%**
各進入方向の走行データ数 = 13~19
(ただし, 進入方向47のみ使用データ数0)
- ・ プローブデータ :
平均高車速進入率 = **36.3%**
各進入方向の走行データ数 = 33~688

- ◆ プローブデータの方が全体的に高車速進入率大きい
- ◆ 各進入方向で高車速進入率が大きく異なる
⇒ **交差点周辺環境(静的要因)が影響**している可能性

高車速進入率と見通し



走行実験データ, プローブデータともに見通しと高車速進入率に正の相関
 ⇒ **見通しが良いほど高速で交差点に進入している**

おわりに

◆まとめ

- 無信号交差点（一時停止規制側）について、**動的要因があった場合の車両進入挙動の特徴**を確認した
- 車両挙動特性を定量的に表現するための指標として**高車速進入率**を考案し、交差点の見通しと相関があることを確認した

◆今後の課題

- 右左折時、優先側の交差点進入についての車両挙動分析を行う
- 多くの交差点周辺環境を考慮した分析により、指標の有効性を検討、向上させる

プローブデータを活用した無信号交差点における車両進入挙動の指標化に関する研究

豊橋技術科学大学 建築・都市システム学系 都市・交通システム研究室

大久保皇・松尾幸二郎

1. 研究背景・目的

生活道路内の無信号交差点においては、一時停止義務違反や周囲の安全確認不足などによって事故に繋がりやすい。しかし、生活道路は幹線道路に比べて交差点当たりの事故件数が少ない一方で、交差点の数が非常に多いため、優先的に対策を実施すべき交差点を抽出するのは容易ではない。

そんな中、近年は自動車から収集された位置情報、速度情報などを含んだプローブデータの活用が可能となったことで、プローブデータを活用した交通安全マネジメントに関する研究が盛んに行われている。また、近年 JARTIC（日本道路交通情報センター）により交通規制データがオープン化されたため、広範囲を対象に、プローブデータと規制情報を結び付けた挙動分析を行うことが可能となりつつある。

そこで本研究は、生活道路の無信号交差点を対象とし、規制情報オープンデータ、既往研究¹⁾において行われた走行実験のデータ、一般車プローブデータを活用して交差点進入時の車両挙動を分析し、事故につながると考えられる危険挙動特性を表現するための定量的な指標を考案することを目的としている。

2. 分析手法

(1) 対象地点

本研究では既往研究¹⁾における車両走行実験で対象とした豊橋市の生活道路内住宅地区における無信号交差点のうち、一時停止規制のある全19交差点進入方向を対象とした（図1）。図1の番号は実験時の交差点進入方向番号である。

(2) 分析手順

走行実験では交差点進入時の車両挙動に影響を与える要因として、見通しなどの交差点固有の要因（静的要因）に加え、歩行者や対向車の有無などの走行時の状況で異なる要因（動的要因）についても記録している。一般のプローブデータには動的要因に関する情報はなく、まずは走行実験データの交差点進入時の車両挙動について動的要因の有無別に分析を



図1 対象地区、対象進入方向

行い、得られた知見をもとにプローブデータを用いて同地点における車両挙動分析を行った。そして、事故につながると考えられる危険挙動特性を定量的に表現するための指標を検討した。

(3) 走行実験データ

既往研究¹⁾において2009年に行われた対象地区の走行実験データを使用した。被験者は5人で実験コースを4回ずつ走行（1名のみ3回）しており、0.1秒ごとの車速パルスデータによる車速が記録されている。交差点を直進した走行のうち、JARTICの規制情報データによる一時停止規制地点の半径50m以内のデータを抽出した。

(4) プローブデータ

パイオニア社製のカーナビにより取得された2013年、2016～2021年のプローブデータを使用した。データの記録頻度は3～4秒ごとであり、車両ID、記録日時、緯度・経度、速度情報などが記録されている。上記と同様に、交差点を直進通過した走行のうち一時停止規制地点の半径50m以内のデータを抽出した。

3. 分析結果

(1) 走行実験データ分析

動的要因があった場合は車両挙動に乱れがある走行が多く存在した。図2、図3は交差点進入方向7を例にとり、動的要因の有無別の速度変化を示している。動的要因があった場合は、速度0km/hが1秒以上記録されている走行や谷が2つ以上ある（減速からの加速が2回以上生じている）走行が多く存在

したが、動的要因がなかった場合はこれらの特徴はあまり見られなかった（表 1）。

(2) プローブデータ分析

プローブデータ分析では、走行実験データ分析で述べた動的要因がある場合の 2 つの特徴が見られた走行は動的要因ありと判定して分析から除外した。

図 4、図 5 は走行実験データとプローブデータのそれぞれについて、各走行の交差点進入時の最低速度の分布を示している。プローブデータの方がより広範囲に分布しており、走行ごとの車両挙動のばらつきが大きいことが分かる。

(3) 車両進入挙動の指標化

車両挙動の指標化を考えるにあたり、まずは一時停止率について検討した。しかし、動的要因がない場合 0km/h まで減速している走行はほとんどなく（表 1）、最低速度も広い範囲に分布していたため、一時停止率を定義するのは困難であると判断した。

そこで高車速進入挙動に着目し、指標化を検討した。図 4、図 5 とともに最低速度が 10km/h 以上で走行数の割合が大きく減少していたため、10km/h 以上の交差点進入を高車速進入と定義し、各進入方向の「高車速進入率」を算出した。図 6 はプローブデータについて交差点手前 10m から見た交差点の視距（右側）と高車速進入率との相関関係を示しており、正の相関があることから見通しがよいほど交差点に高速で進入する割合が高まること分かる。

4. まとめ

本研究では生活道路内の無信号交差点の一時停止側進入方向を対象として車両挙動分析を行い、プローブデータから事故につながると考えられる危険な車両挙動特性を定量的に表現可能な指標を考案することを試みた。結果、本研究で定義した高車速進入率と交差点進入時の見通しとの間には相関が見られた。今後は、右左折時の挙動や、より多くの交差点環境条件を考慮して分析を行い、車両挙動特性指標の有効性を検討、向上させていく必要がある。

参考文献

- 1) 加川一輝・広島康裕・松尾幸二郎：安全性と利便性を考慮した無信号交差点環境の総合評価のための

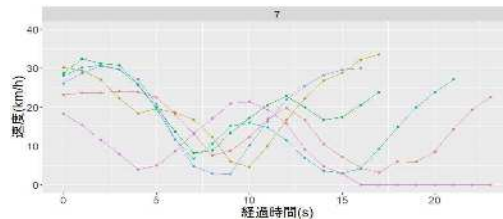


図 2 交差点通過時の速度変化（動的要因あり）

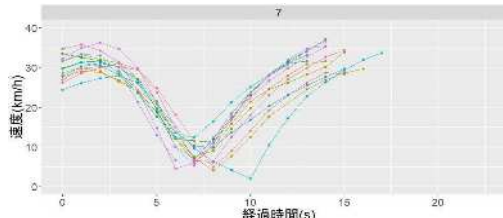


図 3 交差点通過時の速度変化（動的要因なし）

表 1 特殊な挙動を示す走行割合

	動的要因あり (n=120)	動的要因なし (n=206)
停止(%)	27.50	1.94
谷2つ以上(%)	60.00	18.45

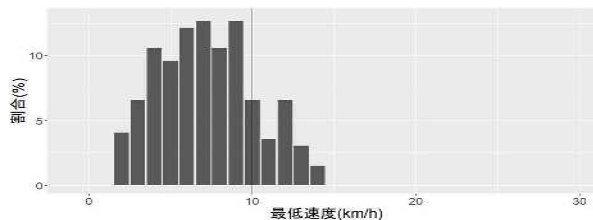


図 4 最低速度分布(走行実験, n=149)

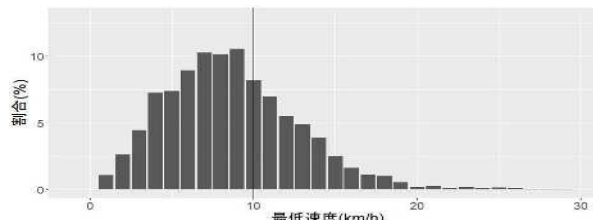


図 5 最低速度分布(プローブデータ, n=2985)

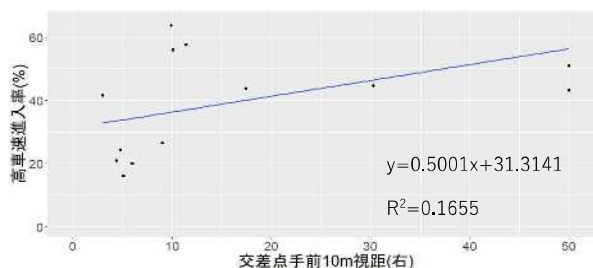


図 6 交差点手前 10m 右側視距と高車速進入率の相関

ドライバー知覚コスト分析—車両走行実験を用いた運転挙動分析と知覚コストモデル—, 土木計画学研究・論文集第 28 巻(2011)