

街路空間要素が自動車走行速度に与える影響に関する研究*

A Study on the Relationship between Street Structures and Vehicle Speeds*

橋本成仁**・谷口守***・水嶋晋作****・吉城秀治*****

By Seiji HASHIMOTO**・Mamoru TANIGUCHI***・Shinsaku MIZUSHIMA・Syuji YOSHIKI

1. はじめに

安心して暮らせる生活空間を創造するために、様々な交通安全対策が検討され、学術的な研究も進められている。その結果、面的な広がりを考慮した地域全体での安全対策を行うべきだという結論に帰着し、現在、その実施が世界中で行われている。

このような対策では、自動車の走行速度の抑制、通過交通の削減が特に重要であるとされ、わが国でもこれを実現すべく、コミュニティ・ゾーンやあんしん歩行エリアといった事業が立ち上げられた¹⁾²⁾³⁾。

交通量の削減は周辺の幹線道路の整備状況や広域ネットワークなどが大きく影響するため、短期間で改善することが困難な場合も見られるが、走行速度の低減に関しては、速度規制や一旦停止などの交通規制、ハンプ・狭さくなどに代表される局所的な道路改良などにより可能である。ここで、地区交通安全の分野で特徴的な手法として注目されているハンプや狭さくという手法は、何らかの障害により自動車の速度を強制的に低下させる手法で、速度抑制において非常に効果的であることが既にさまざまな研究成果⁴⁾⁵⁾から明らかにされており、多くの地域で導入が進められている。

ただし、ハンプや狭さくなどの手法は設置地点での騒音や振動などの副作用も多いため、住民に受け入れられずに導入が進まないことや、導入可能地点が少なく地域全体での面的な対策となりにくいことが多々見られる。

そもそも、住宅地内の道路などでは、ドライバーは頻繁にスピードメーターを確かめながら運転しているのではなく、街路全体から受ける雰囲気からその道路に適していると感じる走行速度で運転していると思われる。本研究では、ドライバーが無意識のうちに安全な走行速度

で走れるような街路を実現することこそが安全な生活空間を形成する上で重要であると考えた。

そこで、本研究では、街路空間の空間要素とそこを走る自動車の走行速度の関係を明らかにし、将来的にドライバーが無意識のうちに選択する走行速度をコントロールする街路空間について検討するための基礎的な知見を得ることを目的とする。

2. 調査の概要

生活道路を中心とした様々な種類の既存道路を走行する自動車に対して、スピードガン(Applied Concept, Inc. STALKER-LIDAR)を用いて自動車走行速度を測定し、そのデータを分析することで、街路空間要素と自動車の走行速度の関係について分析する。

計測にあたっては、道路幅員、中央線の有無、歩道の有無、沿道建物の状況などを勘案し、街路の直線単路部での計測を行った。計測路線は主に岡山市内の街路で、合計54路線で計測している(表1、図1)。各路線では、そのリンクの中間地点(交差点と交差点の中央地点)で

表1 現地調査概要

調査日	調査場所	調査対象地点数
2008年11月15日～2009年1月11日	岡山県岡山市	50
2009年1月15日	岡山県津山市	1
2009年1月16日	岡山県早島町	3
合計		54



図1 スピードガンによる計測の状況

*キーワード: 地区交通計画、スピードガン

**正員、博(工)、岡山大学大学院環境学研究所

(岡山県岡山市北区津島中3-1-1、

TEL:086-251-8921、E-mail:seiji@cc.okayama-u.ac.jp)

***正員、工博、筑波大学大学院システム情報工学研究科

****国土交通省近畿地方整備局

*****学生員、岡山大学大学院環境学研究所

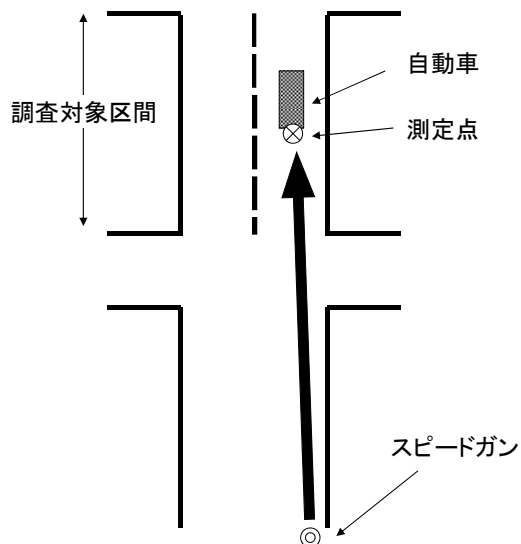


図2 調査対象地点と測定点

の速度を計測しており（図2）、全体で1,906台の乗用車の走行速度を計測した。そのうち、他の自動車や歩行者等に影響を受けたと想定される車両や大型トラック車両を無効サンプルとして除き、街路を駐停車車両・先行車両・対向車等の存在しない状況で走行し、自由に走行速度を選択することが可能な車両1,758台（各路線約33台）を有効サンプルとして分析に用いている。

また、スピードガンは調査対象区間からさらに20～30m程度離れた位置に設置し、走行するドライバーから視認しにくいよう配慮して計測を行っている。

3. 街路空間要素と走行速度の関係

（1）走行速度の現地調査結果

まず、54路線それぞれの自動車平均走行速度、変動係数を街路別に算出した。例として、そのうち2路線の街路写真と平均速度、変動係数を図3、4に示す。

図3、4に着目すると、街路1の方が街路23よりも道路幅員は約1.5倍広いものの（街路1：10.7m、街路23：7.0m）、街路23の方が平均走行速度は約10km/hも高い。これは両街路で歩道の有無や沿道の立地環境が大きく異なるためと考えられ、自動車の走行挙動は、道路幅員だけでなく、様々な景観要素から影響を受けていると考えられる。

（2）各街路の平均走行速度モデル

そこで、各街路を走行する自動車の平均走行速度が、それぞれの街路の有する街路空間要素によって規定されているとした場合、どのような関係が見られるのかを重回帰分析によって定量的に明らかにする。自動車走行速度に影響を与えると考えられる様々な要素を分析に考慮するために現地調査に基づき、分析に用いる要素の設定



平均速度：32.9km/h 変動係数：0.14

図3 街路1



平均速度：43.6km/h 変動係数：0.10

図4 街路23

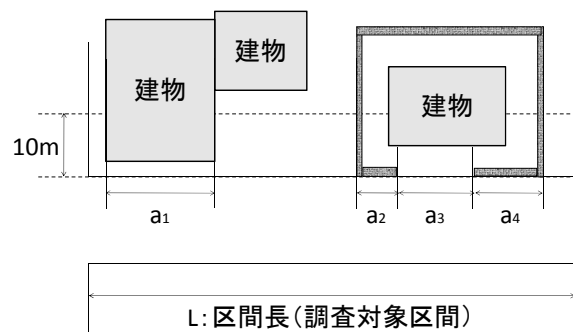


図5 側壁密度の算出

を行い、最終的に、表2のような説明変数を用いた。なお、沿道側壁密度・沿道高層側壁密度の設定に際しては、ドライバーが走行中に沿道建造物から受ける圧迫感を表現し変数化するため、側壁密度を算出し設定に反映させている。沿道に立地する建物やブロック塀等を側壁と定義し、図5に示す通り、道路の端から10m以内に側壁が立地している道路部分の長さ（ Σa_x ）を区間長（L）で割った値を側壁密度としている。高層側壁密度の算出も同様に、3階建て以上の側壁を高層側壁と定義し、道路の端から10m以内に高層側壁が立地している道路部分

表2 分析に用いた説明変数

no.	説明変数	詳細
1	車道幅員(m)	自動車が走行する部分の幅員 2車線の場合は2車線の合計の幅員とする
2	右路側帯幅員(m)	自動車走行方向に対して右側の路側帯幅員
3	左路側帯幅員(m)	自動車走行方向に対して左側の路側帯幅員
4	右路肩幅員(m)	自動車走行方向に対して右側の路肩幅員
5	左路肩幅員(m)	自動車走行方向に対して左側の路肩幅員
6	右歩道(m)	自動車走行方向に対して右側の歩道
7	左歩道(m)	自動車走行方向に対して左側の歩道
8	道路幅員(m)	車道幅員+左右路側帯幅員 もしくは車道幅員+左右路肩幅員+歩道
9	区間長(m)	調査対象とする区間の長さ
10	中央線白色破線ダミー ^{*1}	中央線白色破線のとき1, 異なるとき0
11	中央線黄色実線ダミー ^{*1}	中央線黄色実線のとき1, 異なるとき0
12	一方通行ダミー	一方通行であるとき1, 相互交通のとき0
13	一時停止ダミー	一時停止があるとき1, ないとき0
14	駐車禁止ダミー	駐車禁止区域であるとき1, 異なるとき0
15	入口差路ダミー	調査対象地点への入口が4差路の時1, 3差路のとき0
16	出口差路ダミー	調査対象地点への出口が4差路の時1, 3差路のとき0
17	植樹帯ダミー	植樹帯があるとき1, ないとき0
18	低木植樹帯ダミー	低木植樹帯があるとき1, ないとき0
19	歩道分離ダミー	歩道にガードレール等の分離施設があるとき1, ないとき0
20	右側沿道側壁密度	自動車走行方向に対して右側沿道の側壁密度
21	左側沿道側壁密度	自動車走行方向に対して左側沿道の側壁密度
22	右側沿道高層側壁密度	自動車走行方向に対して右側沿道の高層側壁密度
23	左側沿道高層側壁密度	自動車走行方向に対して左側沿道の高層側壁密度
24	路側帯カラーダミー	路側帯がカラー舗装のとき1, 異なるとき0
25	交差点密度1ダミー ^{*2}	調査対象地点への入口までに交差点が1つのとき1, 異なるとき0
26	交差点密度2ダミー ^{*2}	調査対象地点への入口までに交差点が2つのとき1, 異なるとき0
27	交差点密度3ダミー ^{*2}	調査対象地点への入口までに交差点が3つのとき1, 異なるとき0

*1 中央線白色破線ダミー, 中央線黄実線ダミーが0のとき, 中央線無しを表す

*2 交差点密度ダミーがすべて0のとき, 行き止まりを表す

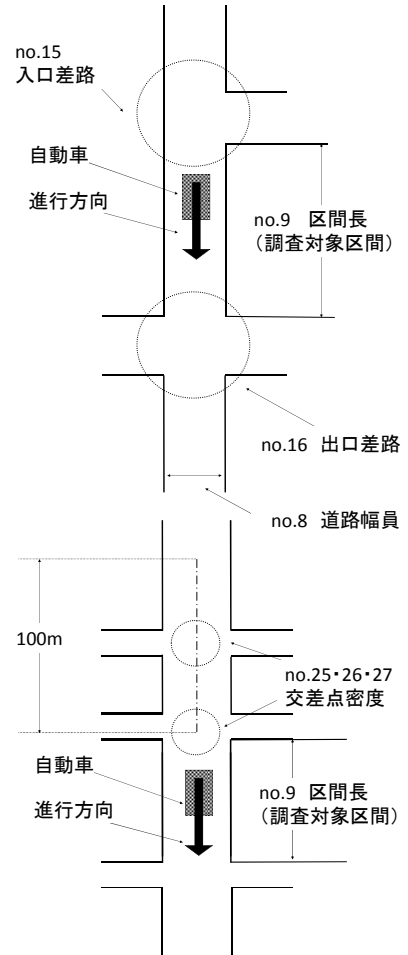


表3 走行速度モデル(街路の平均走行速度, n=54)

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	VIF	F 値	T 値	P 値	判 定
車道幅員	1.737	0.360	1.692	15.224	3.902	0.000	**
右路側帯幅員	1.308	0.184	1.261	5.365	2.316	0.026	*
左路側帯幅員	0.728	0.108	1.958	1.180	1.086	0.284	
左路肩幅員	0.936	0.130	1.569	2.152	1.467	0.150	
区間長	0.018	0.184	1.295	5.181	2.276	0.028	*
中央線黄色実線ダミー	5.308	0.338	1.637	13.933	3.733	0.001	**
一時停止ダミー	-3.007	-0.192	1.428	5.125	-2.264	0.029	*
入口差路ダミー	1.710	0.147	1.266	3.380	1.839	0.073	
低木植樹帯ダミー	3.452	0.231	1.245	8.524	2.920	0.006	**
左側沿道側壁密度	-3.240	-0.197	1.519	5.088	-2.256	0.030	*
右側沿道高層側壁密度	-2.814	-0.158	2.319	2.145	-1.465	0.151	
左側沿道高層側壁密度	-4.841	-0.221	2.313	4.200	-2.049	0.047	*
路側帯カラーダミー	-2.142	-0.129	1.344	2.470	-1.572	0.124	
定数項	28.923	-	-	115.622	10.753	0.000	**
修正済決定係数	0.734						

** : 1%有意 * : 5%有意

の長さを区間長で割った値を高層側壁密度としている。

また、以上の沿道状況の例を図6に示す。

これら変数設定の下、現地調査から得た各街路の平均走行速度を目的変数として重回帰分析を行った。その結果から、多重共線性の疑いのある変数を説明変数から除外し、更に修正済決定係数を高めるよう、説明変数を選択したモデルが表3である。

ここで、標準偏回帰係数に着目すると、速度の増加に影響を与える要素として特に車道幅員、中央線黄色実線、低木植樹帯が寄与していることが明らかになった。これらの説明変数は有意な説明変数であり、1%有意の結果が得られている。中央線でもとりわけ黄色実線が有意な変数として速度の増加に大きく寄与している原因として、黄色実線がある道路は幹線性が高い道路であると判断さ



図6 道路構成・沿道状況の例

れているため、もしくは対向車によるはみ出しがないことにより安心して走行する心理を生みだしているためと考えられる。また、低木植樹帯が寄与している原因として、中央線と同様に幹線性が高い道路であると判断されるため、もしくは歩車分離による効果と考えられる。

右路側帯幅員、区間長、入口差路も速度の増加に大きく寄与していることが明らかになった。左路側帯幅員よりも右路側帯幅員が速度の増加に寄与している原因として、調査では自由走行する車両を計測しており、路側帯が存在する道路において自由走行する車両は比較的道路の中央を走行するため、ドライバーにとって右路側帯幅員の方が視覚的に近くなった結果と考えられる。

逆に、速度の減少に影響を与える要素として、一時停止、左側沿道側壁密度、左側沿道高層側壁密度が大きく寄与していることが明らかになった。一時停止が速度の減少に寄与している原因として、ドライバーは区間出口における一時停止を見越して、区間中央部から減速行動を行っているためと考えられる。また、左側沿道側壁密度、左側沿道高層側壁密度が寄与している原因として、

沿道が高密な道路ほど沿道からの飛び出しに対する警戒やその圧迫感により、速度を抑制させると考えられる。

また t 値が小さく、統計的信頼性には問題が残るが、左路側帯幅員や左路肩が広がるほど速度が増加する傾向が見られた。そして、各地で交通安全対策の一環として行っている路側帯のカラー化は走行速度を抑制することに貢献する傾向にあることが示されている。統計的信頼性については、今回の調査では路側帯カラー化を行った大量路線がほとんど無かったことも影響していると考えられ、今後更に検証する必要がある。

(3) 自動車走行速度モデル

ここでは自動車1台ごとの速度を目的変数とし、説明変数には各調査対象地点に対して設定した表2で定義したものを用いて重回帰分析を行った。その結果から、多重共線性の疑いのある変数を説明変数から除外した分析結果を表4に示す。

これによると、全体の傾向としては、目的変数に各街路の平均走行速度を用いた場合の分析とほぼ同様であ

表4 走行速度モデル(個別速度, n=1758)

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	VIF	F 値	T 値	P 値	判 定
車道幅員	1.668	0.244	1.949	87.446	9.351	0.000	**
右路側帯幅員	1.429	0.144	1.330	44.451	6.667	0.000	**
左路側帯幅員	0.690	0.074	2.409	6.458	2.541	0.011	*
左路肩幅員	0.895	0.087	1.779	12.199	3.493	0.000	**
区間長	0.019	0.135	1.358	38.567	6.210	0.000	**
中央線黄色実線ダミー	5.207	0.247	1.688	103.512	10.174	0.000	**
一時停止ダミー	-1.736	-0.077	1.741	9.882	-3.144	0.002	**
入口差路ダミー	1.030	0.061	1.378	7.773	2.788	0.005	**
出口差路ダミー	0.785	0.048	1.511	4.380	2.093	0.037	*
低木植樹帯ダミー	3.398	0.164	1.304	59.193	7.694	0.000	**
歩道分離ダミー	-0.777	-0.035	1.257	2.734	-1.653	0.098	
左側沿道側壁密度	-3.351	-0.142	1.545	37.569	-6.129	0.000	**
右側沿道高層側壁密度	-3.315	-0.133	3.015	16.877	-4.108	0.000	**
左側沿道高層側壁密度	-4.611	-0.149	2.644	24.233	-4.923	0.000	**
路側帯カラーダミー	-3.055	-0.132	1.370	36.443	-6.037	0.000	**
定数項	29.493	-	-	779.884	27.926	0.000	**
修正済決定係数	0.387						

**:1%有意 *:5%有意

ることが分かる。標準偏回帰係数に着目すると、速度の増加に影響を与える要素として特に車道幅員、右路側帯幅員、区間長、中央線黄色実線、入口差路、低木植樹帯が寄与していることが明らかになった。これらの説明変数は1%有意な説明変数であり、統計的な信頼性を有している。

また、速度の減少に影響を与える要素としては、特に一時停止、左側沿道側壁密度、右側沿道高層側壁密度、左側沿道高層側壁密度、路側帯カラーが大きく寄与していることが明らかになった(1%有意)。個別速度の分析では右側沿道側壁密度以外には有意な説明変数であり、統計的な信頼性を有している。この結果から沿道の建物立地状況は自動車の個別速度に影響を与えるということが明らかになった。

また、個別車両の走行速度を目的変数としたことから、サンプル数が大幅に増大したこともあり、各街路の平均走行速度を用いた表3のモデルでは有意とされなかった説明変数で有意であると判定されているものも多く存在している。

新たに有意となった説明変数の中で速度の増加に影響を与えるものは左路側帯幅員、左路肩幅員、出口差路、速度の減少に影響を与えるものは右側沿道高層側壁密度、路側帯カラーである。(1)で今後の課題と考えた路側帯のカラー化もここでは1%有意な説明変数とされており、自動車の走行速度を抑制する手法として今後考慮することが可能であると思われる。

ただし、サンプル数の増大により、修正済決定係数は0.387と低くなっており、説明力は必ずしも十分ではない。

4. 自動車走行速度のばらつきに関する分析

それぞれの街路を走行する自動車の平均走行速度が同じ値であっても、非常に速度の速い自動車や遅い自動車が混じっている(即ち分散が大きい)と交通安全の観点からは問題である。つまり、平均速度の分析のみで道路空間に対する議論・対策を検討するのは十分でない。そこで、各街路を走行する自動車の走行速度のばらつきに街路空間要素がどのように影響を与えているかを考えることは非常に重要である。

ここでは、各調査対象地点で得られた自動車走行速度の値の変動係数に着目し、その自動車走行速度の変動係数に影響を与える街路空間要素は何であるのかを明らかにする。

自動車走行速度の変動係数は現地調査から得た速度データの有効サンプルから算出した各街路の変動係数を用い、これを目的変数とし、説明変数には表2で定義したものをを用いて重回帰分析を行った。その結果から、多重共線性の疑いのある変数を説明変数から除外した分析結果を表5に示す。

説明変数が有意となったものは、中央線黄色実線、一時停止、駐車禁止、植樹帯、左側沿道高層側壁密度である。その中で自動車走行速度のばらつきを促進させる影響をもつ説明変数は一時停止、駐車禁止、左側沿道高層側壁密度である。また自動車走行速度のばらつきを抑制させる影響をもつ説明変数は中央線黄色実線、植樹帯である。

ただし、修正済決定係数は0.306と低くなっており、説明力は必ずしも十分ではない。

5. まとめと今後の課題

本研究では自動車の走行速度を実測することにより、速度と街路空間要素の関係を分析した。その結果、車道

表5 重回帰分析の結果（変動係数, n=54）

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	VIF	F 値	T 値	P 値	判 定
中央線黄色実線ダミー	-0.021	-0.270	1.145	4.866	-2.206	0.032	*
一時停止ダミー	0.022	0.272	1.127	5.028	2.242	0.030	*
駐車禁止ダミー	0.025	0.298	1.330	5.116	2.262	0.028	*
出口差路ダミー	0.006	0.103	1.048	0.772	0.879	0.384	
植樹帯ダミー	-0.021	-0.316	1.168	6.530	-2.555	0.014	*
右側沿道側壁密度	-0.022	-0.288	1.664	3.821	-1.955	0.057	
左側沿道高層側壁密度	0.054	0.487	1.489	12.146	3.485	0.001	**
定数項	0.127	-	-	134.867	11.613	0.000	**
修正済決定係数	0.306						

**:1%有意 * :5%有意

幅員、区間長、中央線黄色実線、低木植樹帯が平均速度を増加させる要素であり、一時停止、左側沿道高層側壁密度が平均速度を減少させる要素であることが明らかになった。

また、自動車走行速度の変動係数と街路空間要素の関係を分析した結果、中央線黄色実線や植樹帯は自動車走行速度のばらつきを抑制する要素であり、また一時停止があることや、左側沿道高層側壁密度は自動車走行速度のばらつきを促進する要素であることを明らかにした。

これらのことは、走行速度は街路空間によって規定されており、街路空間の改良によって自動車の走行速度をコントロールし得ることを示唆したものと考えられる。

しかし、今回取り扱った街路空間要素以外にも様々なものが存在しているが、全ては検討できていない。また、そもそもの街路空間要素がもつ標示・標識の効果（中央線黄色実線のはみ出し禁止など）の影響をはじめ、走行速度増減のメカニズムについては十分に検討できていない。さらに、リンク内の自動車の速度変化（アクセル操作、ブレーキ操作）についても今回は検討していな

い。そして今回の分析で得られた知見を、どのように実際のみちづくりに適用するかについても検討が必要である。これらについては今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 交通工学研究会：「コミュニティ・ゾーン形成マニュアル」，1996.
- 2) 交通工学研究会：「コミュニティ・ゾーン実践マニュアル」，2000.
- 3) 交通工学研究会：「コミュニティ・ゾーンの評価と今後の地区交通安全」，2004.
- 4) 久保田尚、坂本邦宏ほか：「ハンプの長期公道実験による有効性の検証-地区道路の事故多発交差点における安全性向上に関する実験的研究-」，土木計画学研究・論文集 Vol. 21, pp. 875-884, 2004
- 5) 橋本成仁，牧野幸子，渡辺久仁子：「単断面道路における狭さくの設定に関する研究」，第24回交通工学研究発表会論文報告集，2004. 11, pp. 49-52, 2004

街路空間要素が自動車走行速度に与える影響に関する研究*

橋本成仁**・谷口守***・水嶋晋作****・吉城秀治*****

住宅地内の道路などではドライバーは街路全体から受ける雰囲気からその道路に適していると感じる走行速度で運転しており、無意識のうちに安全な走行速度で走のような街路を実現することが安全な生活空間を形成する上で重要であると考えられる。そこで本研究では、主に岡山市内の街路54路線において合計1,906台の自動車の走行速度を実測し、速度と街路空間要素の関係を分析した。その結果、自動車の走行速度や速度のばらつきにどの街路空間要素がどれほど影響を及ぼすかを定量的に明らかにした。この結果は、街路空間の改良によって自動車の走行速度をコントロールし得ることを示唆したものと考えられる。

A Study on the Relationship between Street Structures and Vehicle Speeds*

By Seiji HASHIMOTO**・Mamoru TANIGUCHI***・Shinsaku MIZUSHIMA****・Syuji YOSHIKI*****

Driver is driving at a speed feels appropriate for a street from the atmosphere received from the whole street. And it is important to achieve the street that drives by a safe speed unconsciously for forming a safe living space. So, in this study made a survey of vehicle speeds, and analyzed the relationship between street structures and vehicle speeds. As a result, the elements to affect on various vehicle speeds are quantitatively clarified. This result suggested that road space improvement could be able to control the vehicle speeds.