

# プローブバイシクルを用いた高齢者の自転車走行時の挙動に関する分析\*

A comparative analysis of cycling behavior of elderly people by using a probe bicycle\*

柿原健佑\*\*・山中英生\*\*\*・滑川達\*\*\*\*

By Kensuke KAKIHARA\*\*・Hideo YAMANAKA\*\*\*・Susumu・NAMERIKAWA\*\*\*\*

## 1. はじめに

高齢者の自転車利用は年齢とともに使用割合は減少するが、多くの高齢者が自転車を毎日使用していると言われている<sup>1)</sup>。その中で高齢者の自転車乗用中の転倒事故件数は、平成11年から平成17年の6年間で約4倍に増えており、全転倒事故件数の約4割が高齢者となっている<sup>2)</sup>。斎藤ら<sup>3)</sup>は、路面舗装や走行路の幅員などの問題を視野に入れて、高齢者の自転車走行時におけるハンドル操作を中心とした自転車操作の特徴を、若年者と比較している。6つの試技で、高齢者のハンドルの振れはスタート直後のハンドルの振れが大きい傾向があり、若年者よりハンドル操作に安定感がなくふらつきが大きく、速度が安定してからもハンドル操作は若年者のようにリズムでない、など高齢者の自転車操作の特徴を明らかにしている。ただしこの実験では、歩行者や自転車が混在するような交通状況は考慮されていない。そこで本研究は高齢者の自転車走行時の速度、振動、ハンドル操作、ブレーキ操作に注目し、多様な交通状況のもと走行挙動を高齢者と若年者を比較することで、高齢者の自転車走行時の特性を明らかにすることを目的とした。

## 2. ヒアリング調査

高齢者の自転車利用の実態を把握するために、ヒアリング調査を行なった。自転車を利用している高齢者を中心市街地の路上でランダムに捕捉して口頭で質問した。対象50人の年齢構成を図-1に示す。

### (1) 利用頻度

自転車の利用頻度に関しては、高齢者の90%がほぼ毎日、毎日と回答しており、地方都市の中心部では高齢者の自転車利用は大半が毎日利用しているといえる。

\*キーワード：自転車交通行動

\*\*学生員，徳島大学大学院先端技術科学教育部

\*\*\*正員，工博，徳島大学大学院

\*\*\*\*正員，工博，徳島大学大学院

(徳島県徳島市南常島2丁目1番地，

TEL088-656-7350，FAX088-656-7350)

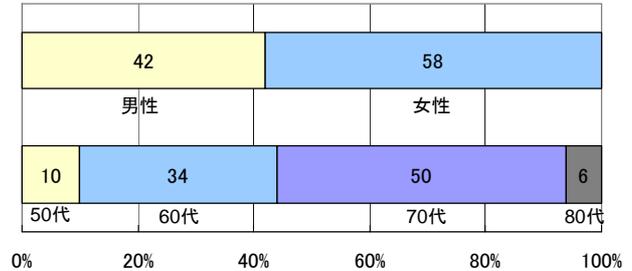


図-1 調査サンプルの年齢構成

### Q. 自転車を一週間のうち何日ぐらい利用しますか？

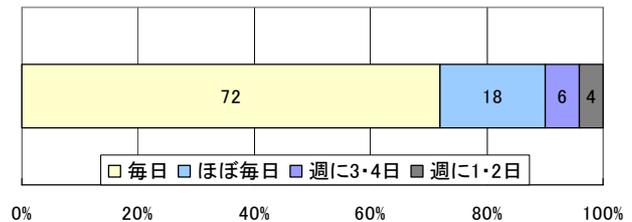


図-2 利用頻度

### (2) 利用目的

自転車の利用目的に関しては、買い物が一番多く、次いで通勤、健康増進となる。

### Q. どういった目的で自転車を利用しますか？

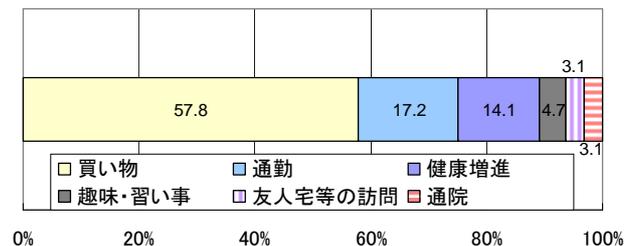


図-3 利用目的 (複数回答含む)

### (3) 事故やヒヤッとした経験

事故やヒヤッとした経験に関しては、あると回答した人が約7割であった。具体的な内容を表-1に示す。最も多かったのが、「段差で転倒しそうになった、転倒した」で、次いで「車にヒヤッとした」、「自転車にヒヤッとした」が多かった。

Q. ここ数年で自転車を利用して、事故や怪我やヒヤッとしたことや危険に感じた事はありますか？

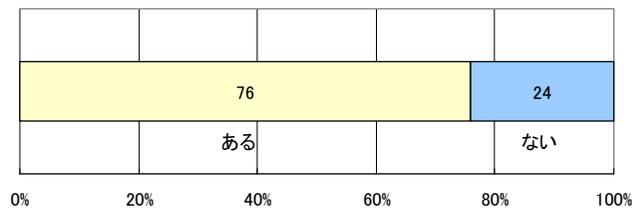


図-4 事故やヒヤとした経験

表-1 事故やヒヤとした経験 (複数回答含む)

人数	内容
7	歩道と車道の段差で転倒しそうになった
4	車の信号無視や赤ぎりぎりを通る車が危ない
3	前方から2、3列で向かってくる自転車が危ない
3	歩道と車道の段差に乗り上げて転倒した
3	若い人がスピードをだしているのが危ない
3	後方から来た車にヒヤとした
3	無信号交差点で急に車がでてきてヒヤとした
2	狭い道などで、車との距離が近くてヒヤとした
2	横断歩道で横から急に車がきてヒヤとした
2	店の駐車場から出てくる車にヒヤとした
2	携帯電話を見ながら自転車に乗っている人が危ない
2	自転車同士で衝突した
1	雨の日、マンホールや排水溝の金具で滑りそうになる
1	道が陥没しているところが危ない
1	夜8時ごろ段差に乗り上げて転倒した
1	前方から3列で向かってくる自転車をよけそこねて転倒した
1	無信号交差点で出会い頭事故を起こした
1	子供が急に飛び出してきて避けようとして転倒した
1	重い荷物を乗せていたときに段差で転倒した
1	点字ブロックに車輪がひっかかって転倒した

#### (4) 加齢とともに増えているか

ヒヤッとすることや危険に感じることは加齢とともに増えているかについて聞いた。43人中26人が増えていると回答していることから、6割の人は加齢ともなって増えていると感じている。また、バランス感覚、判断力が鈍ってきている。踏ん張りがきかなくなっているなどの意見が挙げられた。

Q. 事故やヒヤッとすることや危険に感じることは年齢とともに増えていますか？

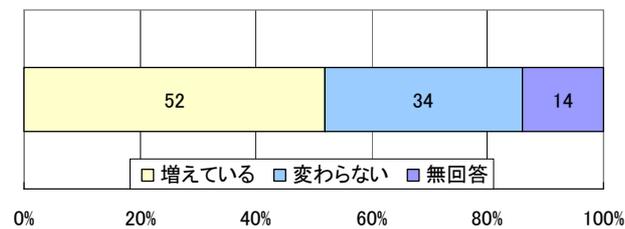


図-5 加齢とともに増えているか

### 3. 走行調査の方法

#### (1) プローブサイクルの製作

位置・速度・振動・ハンドルの振れ・ブレーキを計測し自動的に記録する装置を取り付けた自転車(図-1)を製作した。ビデオカメラを前方の様子を確認するために取り付け、回転ピックアップセンサーによって速度を

計測し、ステアリングアングルセンサーによってハンドルの蛇角、ペダルムーブセンサーでブレーキのストロークを計測した。また、上下方向振動を計測する3軸加速度センサーを取り付けた。これらはデータロガーで0.01秒のサンプリングで記録されるようになっている。



図-6 自転車の全体像

#### (2) 走行調査の概要

被験者は高齢者10名(62~73歳の男性5名,女性5名),若年者10名(21~24歳の男性9名,女性1名)である。走行区間は徳島市内の多様な路線を含む1週3.7kmと5.2kmの2コース(図-7)を設定した。プローブサイクルでコースを1回ずつ走行し、区間走行ごとに自転車を止めて、用意した地図付きアンケートに不快や危険に感じた場所やその理由などを記入してもらう。アンケートは、被験者が感じた走行障害(図-8)と走行区間の体感評価(図-9)の2種類実施した。

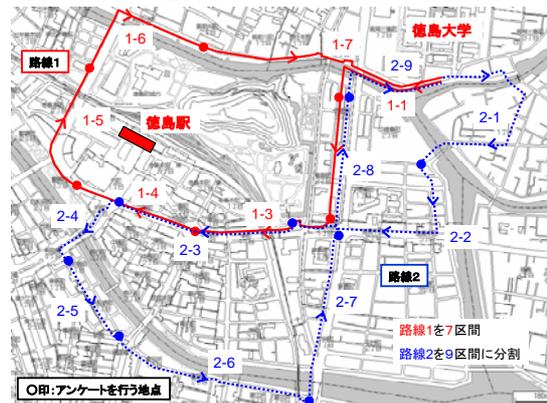


図-7 調査対象路線

1. 走行中、ヒヤッとしたり、危険や不快に感じたことを地図中に記入してください。

- ( A. 歩行者 B. 走行中の自転車 C. 車・バイク D. 路上駐輪 E. 坂  
F. 段差 G. 路面の凹凸 H. 自歩道の幅 I. その他 )



図-8 個別の走行障害

2. 走行区間全体を通しての体感評価をしてください。なお、数値は、[ 1: 全く感じなかった、2: あまり感じなかった、3: 多少感じた、4: かなり感じた、5: 非常に感じた ]の意味で該当する数値に○をつけて下さい。

- 2-1. 歩行者にヒヤッしたり、危険に感じましたか？
- 2-2. 歩行者が走行の邪魔になって不快に感じましたか？
- 2-3. 走行中の自転車にヒヤッしたり、危険に感じましたか？
- 2-4. 走行中の自転車が走行の邪魔になって、不快に感じましたか？
- 2-5. 走行中の車やバイクにヒヤッしたり、危険に感じましたか？
- 2-6. 走行中の車やバイクが走行の邪魔になって、不快に感じましたか？
- 2-7. 路面の段差を危険や不快に感じましたか？
- 2-8. 路面の振動を不快に感じましたか？
- 2-9. 交差点でヒヤッしたり、危険に感じましたか？
- 2-10. 歩道の狭さを不快に感じましたか？
- 2-11. 駐輪や駐車が走行の邪魔になって、不快に感じましたか？
- 2-12. カーブのきつさを不快に感じましたか？
- 2-13. 歩道の勾配のきつさを不快に感じましたか？
- 2-14. 総合的にみて、区間の不快度はどの程度でしたか？

1. 全く問題がない 2. 問題ない 3. 少し不快 4. 不快 5. かなり不快

図-9 体感評価アンケート

#### 4. 結果及び考察

分析に用いる走行状況データベースを表-2に示す。

表-2 走行状況データベースの項目

データの項目	項目の説明	
プローブデータ (プローブバイシ クルから得られ たデータ)	速度	速度の1秒間平均値
	前輪ブレーキ	前輪ブレーキをきった量
	後輪ブレーキ	後輪ブレーキをきった量
	蛇角	ハンドルの振れから算出した蛇角
	上下L5	上下方向振動の1秒間5%上限値
	速度std	速度の1秒間標準偏差値
プローブデータ からの指標	蛇角std	蛇角の1秒間標準偏差値
	振動時間	1秒間の上下方向振動の5%上限値が0.8g 以上となる時間
	衝撃時間	1秒間の上下方向振動の5%上限値が1.2g 以上となる時間
	衝撃大時間	1秒間の上下方向振動の5%上限値が1.6g 以上となる時間
	前輪ブレーキ回数	前輪ブレーキをかけた回数
	後輪ブレーキ回数	後輪ブレーキをかけた回数
	総ブレーキ回数	前輪ブレーキと後輪ブレーキをかけた回数
	前輪ブレーキ時間	前輪ブレーキをかけた時間
	後輪ブレーキ時間	後輪ブレーキをかけた時間
	総ブレーキ時間	前輪ブレーキと後輪ブレーキをかけた時間

##### (1) 走行障害の地図指摘箇所数と指摘箇所

走行調査のアンケート(図-8)から得られた被験者が危険や不快に感じた個別の走行障害を地図にプロットしたものを図-10に示す。両者とも坂、段差・路面の凹凸の指摘箇所が多く、指摘場所に年齢による差は見られなかった。

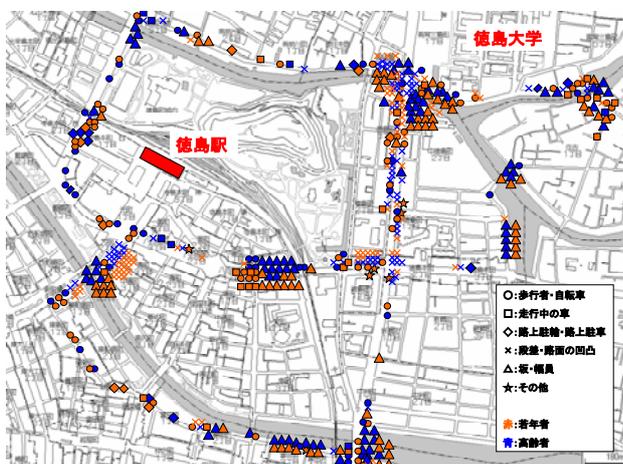


図-10 個別障害の指摘箇所

図-10の地図にプロットした個別の走行障害を集計したものを図-11に示す。総指摘数は若年者の方が多い。高齢者は、坂という項目だけ若年者の指摘数を上回った。その他は、工事現場、電柱、見えづらい信号などである。

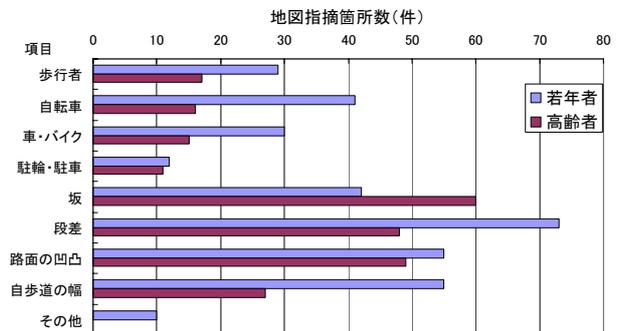


図-11 個別障害の地図指摘数

##### (2) 挙動の例

高齢者の自転車走行時の挙動の例として、図-12に走り出し時を比較したグラフを示す。これを見ると、高齢者は若年者に比べてスタート時にハンドルの振れが大きい。また、ハンドルの振れが安定してからは両者に差はみられないが、高齢者はハンドルが安定するまでに若年者より時間がかかっていることがわかる。

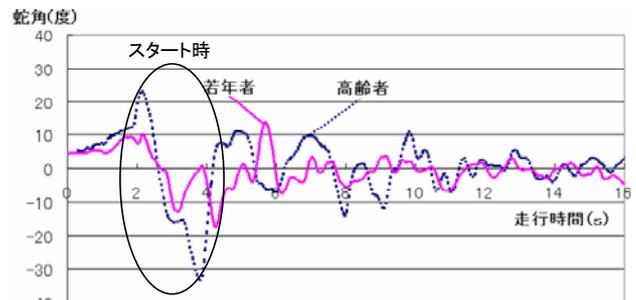


図-12 走り出しの蛇角の比較

図-13に勾配のきつい上り坂の挙動を比較したグラフを示す。これを見ると、若年者は勾配のきつい坂を上り始めても平坦部のハンドル振れと変わらないが、高齢者が勾配のきつい坂を上り始めると、平坦部のハンドル振れよりかなり大きくなっていることがわかる。

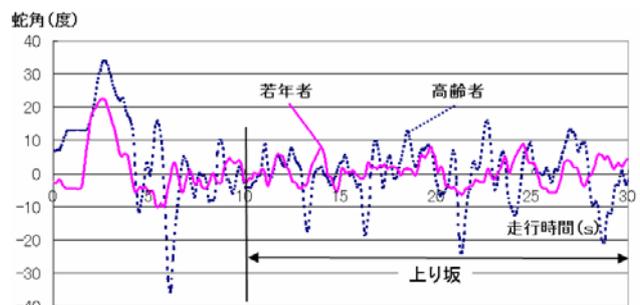


図-13 上り坂の蛇角の比較

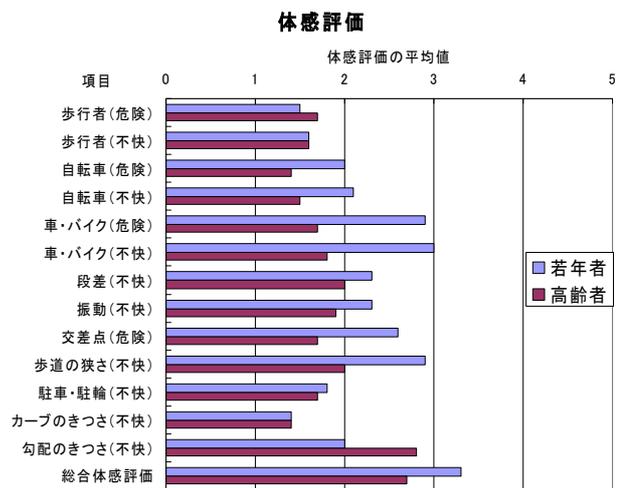
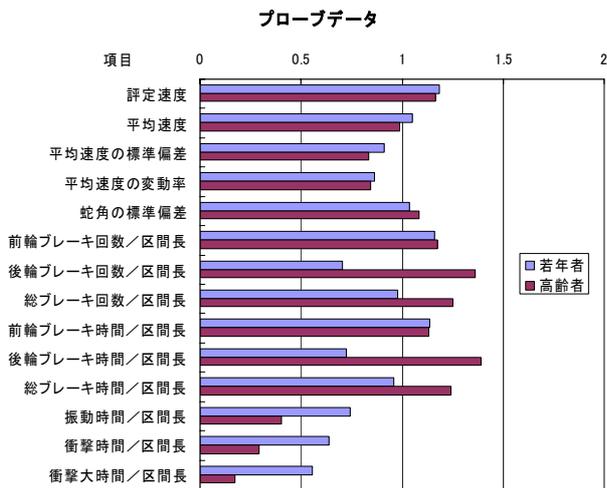


図-14 プローブデータと体感評価のプロフィール



写真-1 区間2-1の風景

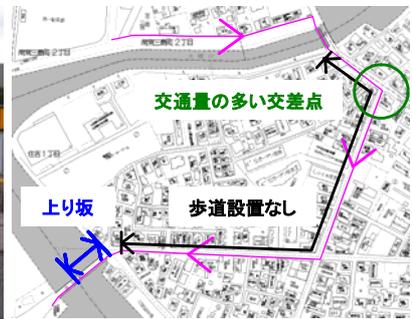


図-15 区間2-1の地図

### (3) プローブデータと体感評価のプロフィール

走行調査で得られたプローブデータと体感評価アンケートを区間別に集計した結果を示す。図-14は交通量の多い交差点や歩道の設置がない場所や上り坂がある区間(区間2-1)のプロフィールである。また区間の風景を写真-1に、区間の地図を図-15に示す。プローブデータは、各項目の全区間の若年者と高齢者の平均を1.0としたときの各項目の割合をグラフにしている。体感評価は、図-9の各項目の体感評価値の平均をグラフにしている。この区間は全区間の平均値と比べて、蛇角の標準偏差、総ブレーキ回数、総ブレーキ時間などが大きい。この区間で若年者と高齢者を比較すると、高齢者は蛇角の標準偏差が大きく、若年者よりハンドルは安定していません、ブレーキ回数が多く、ブレーキ時間が長いことがわかる。また、振動・衝撃・衝撃大時間は高齢者のほうが短い。体感評価では、若年者は自転車・車・バイクなどの周りの交通を危険や不快に感じているが、高齢者はあまり危険や不快に感じていない。つまり、この区間では高齢者は若年者より運転能力が劣っているのに周りの交通への意識が低いといえる。

### 5. おわりに

高齢者は若年者に比べて、スタート時にハンドルの振れが大きく、ハンドルが大きく振れてからハンドルが安定するまでに時間がかかり、ブレーキ回数が多く、ブレーキ時間が長く、急な上り坂では、ハンドルの振れは平坦部に比べてかなり大きくなる傾向がある。また、高齢者は若年者より運転能力が劣っているのに周りの交通への意識が低いことが明らかになった。両者の相違を定量的に分析した結果については講演時に発表する。

### 参考文献

- 1) 高齢者の事故防止マニュアル  
[http://www.anzen.metro.tokyo.jp/senior\\_bicycle\\_abstract.html](http://www.anzen.metro.tokyo.jp/senior_bicycle_abstract.html)
- 2) 交通安全マップ  
<http://www.kotsu-anzen.jp/>
- 3) 斎藤健治, 清田勝, 井上伸一, 山内滋文: 高齢者の自転車走行時における自転車操作の特徴, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, B-272, 2002.