斜面住宅地におけるモビリティ改善に関する研究

THE STUDY ON IMPROVEMENT OF MOBILITY IN A HILLY RESIDENTIAL AREA

Practical use of electric bicycle

砂本文彦*, 篠部裕**
Fumihiko SUNAMOTO and Hiroshi SHINOBE

The purpose of this paper is to clarify conditions for practical use of electric bicycles in a hilly residential area with narrow roads in Kure city as a case study. We hereby suggest following solutions. 1) The Government and municipalities are to establish a fund for purchasing electric bicycles in a hilly residential area. 2) The Government and municipalities are to provide users of electric bicycles with recharging stations.

1. はじめに

(1) 研究の背景と視点

広島県呉市には戦前から戦後にかけて非計画的に形成された斜面住宅地がある（図1）。坂と狭隘路がありながらも、かつては都心部に近接したことも市街地化が進んだが、1960年代以降の郊外住宅地の開発やライフスタイルの変化等により人口が減少傾向に転じている[10]。車でのアクセス不可、高齢者の外出機会の減少、コミュニティの維持等、さまざまな居住環境上の問題を生じつつある。一方でこうした問題は呉市に限らず平坦地の少ない日本では多くの都市が抱える問題であり、今後の高齢化、環境対策への配慮の点からも斜面住宅地のモビリティの改善は検討に値すると考えられる。

(2) 研究の目的と方法

本研究の目的は、斜面住宅地を抱える都市の居住環境対策の一つとして、そのモビリティの改善を電動自転車の活用により行うこととを検討するものである。具体的にはアンケート調査、モニタリング、利用者実態を踏まえて電動自転車利用における有効性と課題を抽出し、その改善策を提示する。

本研究で着目する電動自転車は1993年に販売されて以来、累積出荷台数が200万台を超え日本における生活者の交通手段の一つとして定着しつつある。電動自転車の特性を表1にまとめるが、坂と狭

* 広島国際大学社会環境科学部建築学科
講師・博士（工学）
** 呉工業高等専門学校建築学科 教授・博士（工学）

Lecturer, Dept. of Integrated Architecture, Faculty of Infrastructural Techn., Hiroshima International Univ, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Architectural and Structural Eng., Kure College of Technology, Dr. Eng.
斜面が多い斜面住宅地の欠点を補う交通手段としての有効性が認められる。さらに有効の最大の要因であった価格が賃貸当初の四分の一程度になった。しかし、電動自転車は斜面住宅地で利用する上で、充電、バッテリー等の機能上の課題や、本当に坂を登るとなる等の障害もあること予想される。こうした有効性と短所から見せせる課題を、利用実態から得た知見から整理考察し、改善課題として指摘することで、電動自転車の利用というソフト面から斜面住宅地の居住環境問題を改善することにつながると考える。

全国で実施されている電動自転車を利用した住まいづくり施策には社会実験で導入する例が多くあるが、継続的な事業を含め大別すれば主に表2のように斜面住宅を含む対策、高齢者住宅対策、地球温暖化対策の三つのに分けられる。しかしながら、電動自転車が他の交通手段と比較して最も特性能発揮するはずである狭い幅員の坂道での有効性に着目し、かつ居住環境対策として実施したものはみられない。

斜面住宅地のための調査研究は関野等、志村等、甲斐等の報告があるがこれは電動自転車の活用を対象にしており、他にも関連する既往論文はない。電動自転車を利用した社会実験の研究には福本等の論考があるが、居住環境に着目したものではない。

本研究は図2に示す手順で行った。まず、電動自転車そのものの走行性能を兵庫において確認するために電動自転車走行実験を行った。次に、市街の斜面住宅地の居住環境と電動自転車の需要調査（調査1）、電動自転車の利用実態調査（調査2）、電動自転車のパピリオン利用層の意向を知るモニタ調査（調査3）、電動自転車のペが利用実態調査（調査3）、電動自転車の利用実態調査（兵庫市と神戸市）（調査4）を逐次実施した。このうち本論文では調査1から4について扱うこととする。

なお、本研究で対象とする兵庫市斜面住宅地は、市街中心部を中心に三方向に広がっている（図1）。その様子は写真1のように縦断的に標高が上がっている、居住不可能な傾斜に近くなると山林地となる場合が多い。海岸沿いから高いところに標高200m近くまで住宅地が広がっている。図1に、図2にて示した斜面住宅地の例を示す。

兵庫市はこのように道が狭く自動車の通るが困難な斜面住宅地があり、自動車の進入が困難でその大部分は坂道が連続するため、自動車に代わる交通手段が求められている。

表1 電動自転車の特性

<table>
<thead>
<tr>
<th>項目</th>
<th>説明</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>速度</td>
<td>20km/h</td>
</tr>
<tr>
<td>電力</td>
<td>500W</td>
</tr>
<tr>
<td>自転車の質量</td>
<td>20kg</td>
</tr>
<tr>
<td>充電時間</td>
<td>5時間</td>
</tr>
</tbody>
</table>

表2 兵庫市と神戸市の電動自転車利用調査（2005年7月現在）

<table>
<thead>
<tr>
<th>項目</th>
<th>数値</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>電動自転車保有数</td>
<td>1200台</td>
</tr>
<tr>
<td>業者</td>
<td>20社</td>
</tr>
<tr>
<td>充電可能数</td>
<td>500台</td>
</tr>
</tbody>
</table>

写真1 兵庫市の斜面住宅地の例
2. 二転面住宅地の居住環境と電動自転車の需要調査から見た課題（調査1）

（1）調査の概要

交通に関する居住環境と電動自転車の需要について明らかにすることを目的とした住民アンケート調査を2001年9月から11月に実施した。配布根数は電動自転車の利用実態を現るとされよう、街路が少なく新たな転面住宅地を対象とした（図1、図3）。

配布箇所の最低拡幅は約18m、最高拡幅は約115mで平均拡幅は5.3度である。調査地区は普通自動車が対面走行可能な6mの幅員を持つ道路が殆ど無く、幅員4m前後の道路にて一方通行規制を取ることで公共交通がJR呉駅から、呉市、中心市街地を連絡して調査地区内を南北に通過し標高約63mまで運行している1）。配布は20歳以上の全住民を対象に郵便受け投函と手渡しを併用（配布数1600票）、郵送回収とし、有効回収数203人（有効回収2.1％、回答者属性は男性93人（45.6%）、女110人（54.4%）、世代別では60代以上が89人（43.4%）で最も多く、50代56人（27.6%）、40代25人（12.3%）、30代23人（11.3%）、20代以下10人（4.9%）だった。

（2）住民アンケート調査の集計結果

1)交通手段：日常の外出目的は通勤（39.9%）と買い物（41.9%）に大別され、主な外出目的地は「中通り」「呉駅」などの呉市中心部が71.6%を占めている。外出目的地への交通手段は、車、バス、自転車、バイク、自転車の順になっている。電動自転車利用者は3.0%いた。男性で見ると男性は車39.8%、自転車2.1%が多いのに対し、男性はバスの割合が最も多く27.4%、続く自転車の割合は男性の3倍の16.5%となり、車は男性の半分以下の14.5%である。女性はバス、自転車で外出する傾向がある。しかし、転面移動となる呉市中心部を目的地とする回答者に限る（108人）と、男女とも車の割合が減り、全的に自転車・バイク、バス、自転車が増える傾向がある。電動自転車は主に転面移動の手段であり、かつ、呉市の場合、地形上の制約のため、中心部へ外出する人々が限られるため、彼らのための交通手段として代替が可能となるであろう。なお、世代間による交通手段の差は大きくなかった。

2)電動自転車の購入動機：電動自転車を、価段を気にしなければ欲しいのと聞えたところ、85人（41.8%）が「欲しい」と答え高い関心を示している。うち女性は61.2%で、全体の回答者の女性比率（52.4%）に対しても女性の購入意欲が高い。だが、電動自転車は調査実施当時に、安いもので6万円したところ、6万円を払いたいかと聞くと、「払いたい」が13人、「払いたくない」が47人と結果が逆転する。購入意欲はあるが価格に不満があるようなである。いくらまで下がれば払いたいかの設問には3万円台の価格帯が回答が集中した（平均28,800円）。この程度までの価格が下がれば、特に競合の観光客補助制度がなければ、電動自転車の普及が進む可能性がある。

3)電動自転車による転面住宅地の改善：電動自転車の価値の高さ、充電の不便さ、デザインが改良された場合、道が狭く、坂の多い呉の転面住宅地は住みやすくなると思うかの設問（本調査の回答者数1133人）では「すごく良くなる」21人（18.8％）、「少し良くなる」18人（15.3％）、「人によってはすごく良くなる」55人（41.4％）、「人によっては少し良くなる」30人（22.6%）だった。回答者の大半は電動自転車の乗車経験がないと思われるが、もしかわらず電動自転車への期待が高みほいことは注目して良い。

3. 電動自転車のモニター調査から見た利用上の課題（調査2）

（1）調査の概要

呉市および呉市の住宅地住民に電動自転車モニターを募り、その有効性を課題を調査した。モニターは、電子情報誌「くれえぱらん」、呉市の物流誌「呉市でよくある」で公募すると共に、住民アンケート調査でも募集した。30人中、調査1の配布対象箇所に8人、その他呉市の鉄道住宅地に9人、平部郡2人、呉市外1人だった。モニターは男性8人、女性22人、計30人で中高年層の女性からの申し込みが目立った。モニター期間（2001年9月26日から2002年1月30日まで）に一週間ずつ貸し出し、毎日の走行経路を自記に記録してもらい、モニター終了時に電動自転車の利用状況、購入意欲等についてアンケートを行った（直接配布、郵送回収方式）。

（2）モニター終了時アンケート調査の集計結果

有効回収数は27人（男性5名、女性22名）。世代別では20代2人、30代10人、40代9人（うち男性2人）、50代6人（うち男性1人）、60代6人（うち男性1人）であった。利用日数は「5日」が9人で、
乗人が行う自転車での自由移動を間違えないためである。図4に自由記述をまとめてみた。

1) 電動自転車の特性：電動自転車の基本特性で、『坂の上ややすさま』について設問したところ、坂での走行は『とても楽』が7人、「やや楽」が11人で、ゆるい坂での走行は『とても楽』が22人、「やや楽」が3人で電動自転車の有効性が認められる。「荷物や子供を乗せてても楽」の設問では、『とても楽』が5人、「やや楽」が8人であった。

電動自転車は、モーターが居する斜面住居地において機械的に乗りやすく、利用しやすい交通手段といえる。モーター2名は幼児がいるというモーターをベビーキャリアに搭載するがこれも好評だった。

このモーターは斜面住居地を居する人から子供を乗せて、自動車での外出をあきらめていたが、モーターと電動自転車で外出が可能、しかも子供を乗せる外出が可能なことを自覚している。バイク・自動車での幼児の乗載は健康、難しい。自転車で乗れない斜面住居地では、電動自転車は子供を家庭改善にも一定地効果があると考えられる。

モーターの多くが日常、自転車以外の交通手段に依存していること、交通を自由なという意味での交通の制限を受けている。そこで『行動範囲は広かったか』の設問をしたところ、『とても広かった』が9人、「やや広かった」が10人で、自由記述でも『自転車と電動車、どう用が両方回るのがよい（40代・女）』「市街中心街での買い物の利用では、自転車が利点の移動時間の短縮に大型有効（30代・女）」等の意見が多い。電動自転車は斜面住居地を抱える都市での移動を容易にし、生活拡充に貢献すると考えられる。経路上で『しんどいと感じるのは坂があるか』という設問では、「とてもあった」と7人、『ややあった』が11人であった。これはモーターを斜面住居地居住者を主対象にしたため当然の結果であるが、こうした回答を寄せたモーターの居住地は斜面住居地高齢者の場合が多い。図4の自由記述の意見『アシストの力』も参考すると、モーターにはどの程度の走る坂がある場合、電動自転車のアシスト力が絶対的に不足していることを示している。「坂の道は多かったからでか」という設問では、「とてもあった」が10人、「ややある」が11人と多く、自転車で乗りきりやすい道路の整備を望まれる。

バッテリーについては『持ち時間が短い（50代・女）』等を代表に図4『バッテリー』に示すとおりであるが、バッテリー持続時間の課題を指摘している。機械と市街の場合、坂の倾斜度がきついだけにその坂の路線の維持するためバッテリーが持続しない傾向がある。モーター期間中の充電風呂は『自宅』と全員が回答し、うち2人が『目的地』に停める複数回答している。この2人は目的地での充電理由として、長距離移動に伴うバッテリー持続時間の不足を指摘している。また、バッテリーのそのろ、電源に充電するものもあるが、これは電動車のバッテリー配合し外業に手がかるためである。「どこに充電ができる駐輪場が欲しいか」と問うところ『商店街・スーパー無駄駐輪場』14人、「家無駄駐輪場」11人と多く、次いでガソリンスタンド10人、コンビニエンスストア10人が続く。持ち時間中等の電動自転車駐車時間（未利用時間）に充電ができる駐輪場があれば、バッテリー持続時間の不足を効果的に補うこともあるだろう。

2) 電動自転車の購買意欲：『価段を気にしなければ欲しいか』の設問には『とても欲しい』が18人、「やむを得ない」が7人で、大半が今後の利用を希望していることが分かる。ただし、調査実施当時の価格を踏まえ『安物で6万円だが貰いたくない」と問う「とても貰いたい」は4人、「少し貰いたい」が11人と購入意欲は低下する。では『いくらまで貰えば良いか』と問うところ、平均で27,500円で住民アンケート調査とほぼ同じであった。モーターは電動自転車に興味があるが、高価なため購入に踏み切れないと考えている。

3) 電動自転車と斜面住居地：電動自転車によって、中心街・近所のスーパーやなどに買物に行く人は増ええるかと設問（本設問は有効回答者数26人）したところ、『とても増える』が10人（38.5％）、「少し増える」が16人（61.5％）であった。「斜面住居地は電動自転車によって住まうやすいと思えますか」（本設問は有効回答者数26人）には、『すごくよくなる』が4人（15.4％）、「少しよくなる」が9人（36.4％）である。モーターは電動自転車が斜面住居地のモビリティを高め、居住環境改善に貢献すると期待している。

4) モーターの行動：モーターの行動経路を示すると、買物目的の場合、複数の商業地を寄り道するパターンが多くあった。「中心街と駅前周辺をいっしゃいに回って帰るのがよい（40代・女）」「中心街と駅前の住街南の利用では半回りがよいの移動時間の短縮に大型有効（30代・女）」「電動自転車は時間にあまり良い（20代・女）」等を指摘している。モーターは電動自転車が都市内の行動範囲を拡大し、中心街南の来客者増加にも貢献と考えている。

（3）電動自転車のモーターのまとめ

モーター実験によって電動自転車が斜面住居地での利用可能性を、乗りやすさ、市街地移動の容易さから確認できた。電動自転車は斜面住居地の生活圏を拡大し、居住環境を相対的に向上させる。一方で価格への不満があり、ここでも購入資金に補助があることが予想される。また、市街住居地、とりわけ高齢者住居地にとってはアシスト力が不足気味で、パッテリーの持続時間も不足していることがわかった。この点の対策としては、道路交通法改正や構造設計特例により電動自転車のアシスト比率を規制緩和（人1人に対するアシスト力を1以上とする）坂をのぼることなく、一般利用できる電気スタンドの整備により帰路途中の坂でのパッテリー切れを防ぐことが考えられる。

4. 電動自転車の利用実態調査から見た利用上の課題（調査3）

（1）調査の意義

電動自転車を利用しているベテラン利用者に対する利用実態調査を2003年7月から11月に市内3か所のスーパーマーケット（図3）店頭で面接方式で実施した（表3）。自由意見は図4に示す。調査期間内の電動自転車による来客は3店舗の合計が115人。アンケート回答者は46人（男性7人、女性39人）。うち43名が調査箇所から2km以内の市街地に住んでいる。約6割が斜面住居地に居住している。電動自転車による日常の外出目的は調査場所がスーパーマーケットということから『買い物』が36人、「通勤」が7人だった。

（2）電動自転車の利用者アンケート調査の集計結果

1) 電動自転車利用上の便利さと不便さ：『便利なことは何ですか（複

--- 82 ---
者に「どのメーカーでも使える無料の充電スタンドがあれば利用しようと思いますか」と聞いたところ、6割が利用したいと答えていた。彼らに「どこに充電スタンドがあったらよいかな」と聞いたところ、呉市を中心とした市街地である中通や本通、IR区画が多くあった。自由意見では、「スーパーマーケットに行けば必ずあるなど、決まった場所を考えて欲しい（50代・女）」という意見があった。

また、電動自転車を実行験で明らかになったことには、被験者が呉市の平地から斜面住宅地を屋敷し、斜面住宅地の減速(例えば110m/程度)まで到達する区間を無記念とすることを容易にするバッテリー残量がほとんど無くなる(当面実験車両)である。このことは、高床部屋の電動自転車利用者が帰宅時の電気を一度忘れると、その翌日は帰宅途中にバッテリー切れる不安を抱かないを意味する。呉市のように坂道が連続する斜面住宅地の場合、バッテリーの容量は絶対的には不足している。調査2、3の自由記述を示した図4に示すようにバッテリー持続時間をつける指標であるモニター、バッテリー利用者も多いことから、外浜目的地とする平地(低床地)においての充電スタンドは斜面住宅地のモビリティを改善する上で有効と考えられる。

3)斜面住宅地のモビリティ向上のための要望:「斜面住宅で電動自転車をより活用するために何をしたら良いと思いますか(複数回答)」(図7)と聞いただと、「購入資金援助」22人と多い。一方で、「アシスト比率を高める」の回答は平地住居者18人中1人が回答したのに対して、斜面住居者は25人中6人が指導しており、電動自転車で登り難い坂が斜面住居地には多いということを示している。「今後斜面住居を住みよいまちにするためにはどのようなことをしていった良いと思いますか(複数回答)」(図8)と聞いただと、「公共交通機関の整備」15人と「道路の拡張」14人と多かった。自由意見でも「循環バスを坂の上やと通して欲しい(50代・女)」であり、斜面住居地に小型バスを廃か通す等の対策も必要だろう。

(3)電動自転車の利用者実態調査のまとめ
ベテラン利用者はバッテリー持続時間、アシスト力、価格に不満があり、モニター調査と同様の傾向があることがわかった。アシスト力の改善も望んでおり斜面住居地利用において特に重要と言える。充電スタンドは移動的な需要となっていることがわかった。

5. 充電スタンドの利用実態調査(調査4)
(1) 呉市における充電スタンドの設置・利用実態調査
2002年9月1日(金)より10時から20時、2日(月)10時から13時に利用状況調査(計13時間)を行った結果、期間中の充電スタンド利用者ははいなかった。また、2003年7月、8月に行った利用状況調査(計26時間)で利用者は5人だった。利用者はDoor Bangに向かっている、その低調な利用は少ない。
(2) 磐田市における充電スタンド利用実態調査
充電スタンドの有効性についての知見を得るために、無料充電スタンドを設置して数年経過している磐田市の利用実態を調査した。磐田市の充電スタンドは呉市と基本的に同型であるが、2003年2月時点で市内に7基が設置され、内2基が3年を経過していた。
1999年10月にヤマハ発動機株式会社が充電スタンドを設置したスーパーマーケットユニサプライステルで、2003年2月6日(木)、7日(金)は15時から17時30分、2月8日(土)10時から17時30分(計12
多い斜面住宅地のモビリティ改善、居住環境の改善に貢献する電動自転車利用を周辺環境対策としてより一層推進することの有効性が認められた。だが、そのためには具体的に次の課題の検討と対策が必要である。本研究の調査結果と課題を整理し、かつ、行政と民間が検討すべき内容を図表化して整理すると図9のようになる。

①電動自転車購入資金の援助
斜面住宅地の居住環境改善策の一つとして、その有効性が確認できれば電動自転車利用により市街に普及していくためには、価格面でのギャップを埋める必要があり、これを克服するための施策として購入助成制度創設が考えられる。事業の実施が数年の目、目覚ましい困難な道路整備事業等（例えば用地買収を伴う幅員拡幅等）よりも、交通手段の転換を図る購入資金援助の方が、即効性は高い。また、助成にあたっては中心市街地商店街の形を支えることで電動自転車利用者の利便性を高めつつ、中心市街地の活性の維持につながると考えられる。

②有料スタンドの整備
バッテリー切れ時の不安解消のための充電スタンドの整備が電動自転車利用者の利便向上に有効である。市街のように取扱いが手際よく上手く機能する施設を整える場合、その必要性はさらに高まる。さらにこうした充電スタンドの整備は、将来的には電動車椅子等、電動ピックアップの自転車供用インフラストラクチャーとなりえる。なお、充電スタンドの設置並びに備えは地方公共団体等の公的機関のみならず、滞在時間の長い大規模商店等で実施することも有効である。

③電動自転車自体の性能向上
バッテリーバッテリー持続時間の長時間化、車体重量を一新したこれらの機関上での改善が電動自転車業界において問われている。これと並行して課題としては、道路交通法を制御している電動自転車のアシスト比率の向上（現状と加算）が必要であるが、全国的な緩和が困難な場合、構造改革特別区指定によって市街地のような居住環境を支える地方公共団体等でのアシスト比率の変更が考えられる13）。

④出発体験サービスの実施
電動自転車がどのような乗り物であるのかの認知を広く知らせるためによく利用を実施し、市民レベルでの生活上の交通手段の選択肢に電動自転車を加えていく。今後の高齢化、環境問題への対応においても電動自転車が既存交通手段の代用として有効に取りうるということを、とりわけ斜面住宅地においての有効性があることを知らせていく必要がある。また、子供や高齢の住民が自転車に乗る楽しさを体験して幼児連れで外出できるメリットを広めることも有効である。

ここに示した課題を行政と民間が分担して多岐にわたる解決に取り組んでいくことで、斜面住宅地におけるモビリティを一層改善し、かつ、環境問題、高齢化社会への対応をしながら居住環境を改善していくことが考えられる。このことは市街地に限らず同様の状況を抱える日本の他都市においても有用と考えられる。また、同時に斜面住宅地での電動自転車によるモビリティの改善が交通事故増加等の新たな課題を生起する可能性もある。従って自転車の走行空間の確保、安全設備設置、利用マナー等、多面的な対応を留意する必要がある。

謝辞
伊野皓子氏、ヤマハ発動機小部研氏、オオサカライフクル、三合ストーサ氏、ユーニシテラス、市街（平成13～15年度市街地まちづくり活動助成金）、磐田市企画課、下特に環境保全課、市街地環境政策課等、調査協力を頂いた方に感謝する。本稿は伊野皓子氏協力で平成13年度市街地住宅事業、平成15年度同校日校特別研究の成果を含む。

補足
1）都市環境研究所住宅事務部・斜面住宅地の居住環境に関する調査研究、1999
2）広島県・広島都市計画調査室、1999
3）2005年6月現在、4万万円台の電動自転車がイオンが販売を開始している
4）電動自転車の施設に詳しいヤマハ発動機小部研氏のご指導によつて
5）市街地 http://www.eic.or.jp/kogs/index.html、磐田市環境に密結し2002
6）関野博則・斜面住宅地における防災マチづくり事業、日本建築学会地域住環境由

図9 斜面住宅地における電動自転車活用のための諸課題と対策