

高齢者のためのパーソナルモビリティに関する 提案

高橋 良至¹・三浦 政道²

¹東洋大学准教授 ライフデザイン学部人間環境デザイン学科 (〒351-8510 埼玉県朝霞市岡48-1)

E-mail: y-takahashi@toyo.jp

²東洋大学大学院 福祉社会デザイン研究科人間環境デザイン専攻 (〒351-8510 埼玉県朝霞市岡48-1)

E-mail: masamichi.miura@gmail.com

日常生活動作の一つである“移動”は、身体を単に物理的に目的地に運ぶだけでなく、高齢者が社会の一員として社会活動に参加し、自立した生活を送るための重要な行動であるといえる。短時間・短距離であれば歩行可能な高齢者が、より長い時間や距離を自ら体を動かして移動することができれば、移動することで身体機能の維持を図ることができる。そこで本研究では、近距離移動を支援することで、歩行機能の維持を図り、可能な限り要介護状態とならないようにする“予防介護”に貢献できる、高齢者のためのパーソナルモビリティビークルの提案を行う。

Key Words : *personal mobility vehicle, elderly people, power assistance*

1. はじめに

日本は既に高齢社会である。現在、高齢者ができるだけ長く、健康的に暮らすことができるような社会システムや、環境整備を実現するための様々な取り組みがなされている¹⁾。高齢者の生活の質の維持・向上のためには、可能な限り自立した生活を送ることが重要であり、そのためには日常生活動作に制限が生じないような支援を行うことが必要となる。日常生活動作の一つである“移動”は、身体を単に物理的に目的地に運ぶだけでなく、外部との直接的なコミュニケーションを実現することができる。移動は、高齢者が社会の一員として社会活動に参加し、自立した生活を送るための重要な行動であるといえる²⁾。しかしながら、現在、高齢者の中で移動に何らかの制約を受ける人は、その10分の1にのぼると見られており³⁾、移動支援の重要性が認められる。

短時間・短距離であれば歩行可能な高齢者が、より長い時間や距離を自ら体を動かして移動することができれば、移動することで身体機能の維持を図ることができる。また、自動車や車いすによる送迎に頼ることが少なくなり、外部と直接関わり合いを持つことができれば、認知症やうつ病の予防にも繋がると考えられる。

そこで本研究では、近距離移動を支援することで、歩

行機能の維持を図り、可能な限り要介護状態とならないようにする“予防介護”⁴⁾に貢献できる、高齢者のためのパーソナルモビリティビークル (PMV: Personal Mobility Vehicle) の開発に関する提案を行うことを目的とする。

2. 高齢者の移動と交通モード

日常生活における移動のモードは、主に移動距離に応じて分類できる⁵⁾。例えば住居の近くであれば、徒歩や自転車等の移動機器の使用、より長い距離の移動には、動力付きの自動二輪や自動車、更に遠距離では、鉄道やバスが利用される。しかしながら、身体機能のレベルや、それぞれの交通へのアクセスのしやすさ (例えば、住居から駅までの距離) によって、どの交通モードを利用するかは異なってくる。

下肢の運動機能が低下した高齢者は、徒歩での移動が困難となる。少ない力で走行することができる自転車や自動車を利用することで、近距離から遠距離まで移動が可能となるケースは多く見受けられる。この他に、自動二輪や電動車いすを使用する場合もある。公共交通機関があまりない地方都市や農村部等においては、自動車は必要不可欠な移動手段であり、文字通り高齢者の足とな

っている。しかしながら、運動機能に加え認知機能が低下した高齢者は、事故を起こしたり事故に巻き込まれる事例が多い。突発的な事象に対応できず、自転車であればバランスを崩して転倒したり、自動車であればアクセルとブレーキを踏み間違えたり、異なる進路を取り事故に至ることがある。また、電動車いす走行中に畦道から転落したり、そこで、高齢運転者への講習や、自動車運転免許の自主的な返納についての取り組みがなされている。

3. 高齢者の移動と公共交通機関

公共交通機関が発達している都市部では、いわゆる交通バリアフリー法、新法の施行により、旅客施設内におけるエレベータやエスカレータの設置、歩道と車道の段差の解消、低床バスの導入等、障害者を含めた交通の施設や道路に関するアクセシビリティは、改善されて来ている。しかしながら、東日本大震災後の節電対策のため、一部のエレベータやエスカレータの運転休止とアナウンス不足、誘導サインの照明を切る等、高齢者や障害者にとって厳しい状況に戻っている部分もある（2011年8月現在）。

公共交通機関における、車内、旅客施設内における問題の多くは、先に述べた交通バリアフリー新法によって解消されつつあるが、この法律は移動のための環境を整備するものであって、移動そのものを保障するものではない。しかしながら、例えば住居からバス停や鉄道駅までの移動を考えた場合、痛みや筋力低下により、そこまで徒歩でたどり着けない又は相当な苦痛を伴ったりや労力を必要とする人もいる。また、乗り換え時のホーム間の移動、ホーム上でのエレベータやエスカレータまでの移動にも、若年者や健常者よりも移動に時間や労力を要する。特に地下鉄駅等の乗り換えは、若年者であっても10分以上徒歩で移動する場合もある。ホーム上にベンチを設ける等の工夫も必要かもしれないが、移動そのものを容易にする工夫があっても良いと考える。動く歩道のように、インフラ側に支援機能を持たせることは、スペース的、予算的に大きな制約がある。そこで、移動を容易にする、新しいモビリティを提案する必要があると考える。

4. 高齢者のためのパーソナルモビリティ

移動のためのエネルギーの消費を抑制し環境負荷を低減したり、効率的な空間利用が可能な、個人が移動するための最小単位の移動手段であるパーソナルモビリティ

が、近年注目を集めている。

例えば、Segway Inc.からは、立ち乗り平行二輪車のSegway[®]が販売され、警備や観光に使用されている。トヨタ自動車（株）では、i-REAL、Winglet、モビリティロボット⁷⁾といった、一人乗り電動自動車や小型の立ち乗り平行二輪車が開発されており、空港の警備等で使用されている。教育研究機関では、東京大学において、ドライブバイワイヤ方式で操縦するパーソナルモビリティビークル（以下、PMVという）⁸⁾が、芝浦工業大学において、スケートボード型の超コンパクトモビリティ⁹⁾の研究開発が行われている。

これらが高齢者が運転する場合、歩行に支障がある高齢者にとって、重心移動により操縦する平行二輪車は、姿勢保持が難しく、安全に運転を行うことは困難であると考えられる。また、着座したまま移動可能な電動自動車は、歩行が困難な高齢者には有効であるが、少しでも歩行可能な高齢者にとっては、体を動かす機会が少なくなることで身体機能の低下を招くことが考えられる。

既に高齢者のためのPMVとして、電動カートがある。自宅周辺等の近距離の移動に向いているが、旅客施設内や車内での移動は困難なため、公共交通機関と組み合わせる事は難しい。

以上のことから、高齢者のPMVには、単に以下の2点が必要となると考える。

(1) ユーザの身体能力を補助することで、移動を支援する

短時間・短距離であれば歩行可能な高齢者をユーザとして想定すると、自動車、ハンドル型電動車いす（シニアカー）、車いす等は、ユーザに身体的に負担がかからないスムーズな移動を提供することができるが、介護予防の観点から、可能な限り体を動かして移動することで、身体機能の低下を防ぐ移動機器であることが望ましい。

(2) 公共交通機関と組み合わせ、移動範囲を拡大できる

PMVは近距離の移動を目的としているが、他の移動モードと組み合わせることで、移動範囲を拡大することができる。都市部では公共交通機関が整備されているが、自宅から駅や駅から目的地までの移動には徒歩や自転車を利用することになり、長距離の歩行が困難な高齢者には大きな負担となる。また、公共交通機関利用時の旅客施設内の乗り換えにおいても、垂直、水平方向の移動が必要であることから、PMVを利用することで効率的な移動が可能になると考える。公共交通機関にそのまま持ち込めるようなサイズであることが望ましいと考える。

5. パーソナルモビリティの概念設計

4章で示したコンセプトを実現するためには、推進力を補助するためのパワーアシスト機能が必要であり、また公共交通機関と組み合わせる移動可能であることを考えると、可能な限り軽量で取り回しや収納がしやすい形状であることが求められると考える。以下に概念設計の詳細を示す。また、概念設計の結果に基づく諸元を表-1に、図-1に試作の外観を示す。

(1) 推進方法

自転車のようにペダリング動作から前進力を得る方法が考えられるが、自転車の原型とされるドライジーネ¹⁰⁾の様に、着座して路面を蹴り出すことで前進する方法であれば、軽量で機構的に複雑にならず、また混雑時や段差乗り越し時に乗降を繰り返すことがユーザの負担にならないよう、座面高さは高齢者が立位からすぐに腰を降ろしたり、立ち上がったることができる高さとした。

(2) 車輪配置・構造

高齢者が運転することから、安定性を確保する必要がある。そこで車輪の配置は、座りながら路面を蹴る際の脚のスペースを確保することも考慮し、前輪2輪、後輪1輪の3輪とした。

歩道における段差は、おおむね10mmから50mmであると想定し、車輪が段差を乗り越えるためには、車輪の有効直径が段差の4倍以上でなければならないこと、折りたたみ時に邪魔にならない車輪の直径を考慮すると、直径200mm程度が妥当であると考えられる。

(3) 最高速度・航続距離

最高速度は、歩道を走行する電動車いすに準じて、6km/hとした。

例えば、都内に居住する高齢者を対象と考えた場合、自宅から駅までの移動2km、乗り換え等のための駅施設内での移動500m、駅から目的地までの移動2kmと想定すると、往復9kmとなる。少なくとも一回の外出でこの距離を走行可能であると考えられる。

(4) 動力・駆動方法

パワーアシストのための動力は、出力の制御しやすさや環境への配慮から、電動モータを用いるものとする。モータは、ユーザが路面を蹴った後にアシストを行なうため始動トルクが少なく、フルアシストに比べて小型のモータを使用することができると考える。

表-1 概念設計による諸元

車体寸法(mm)	L800×W550×H1000
ホイールベース(mm)	600
トレッド(mm)	550
車体重量(N)	100
使用者想定重量(N)	800
最高速度(km/h)	6
航続距離(km)	9以上
駆動方式	電動アシスト
車輪数	3
車輪外径(mm)	200



図-1 試作外観

6. おわりに

本研究では、近距離移動を支援することで、歩行機能の維持を図り、予防介護に貢献できる、PMVの提案を行った。

自転車のように人力を使用する乗り物は、法規上、軽車両として登録しなければならない。また、道路交通法第一章第十七条によると、障害者用福祉車両を除き、自転車道または歩道を走行しなければならない。高齢者を対象としたPMVは、その使用目的から歩行者と同じ環境で走行できることが望ましいと考える。近年は、ロボット特区等のPMVの実証実験を行うための環境も整いつつある。試作の結果は良好であり、今後は走行実験、歩行者と走行環境を共有するための評価実験等を行い、実際に使用することができると期待する。

参考文献

- 1) 厚生労働省：厚生労働省白書，2007.
- 2) 文部科学省：平成 18 年度体力・運動能力調査，2006.
- 3) 厚生労働省：平成 20 年度版 高齢社会白書，2008.
- 4) 厚生労働省：介護予防マニュアル概要版，2009.
- 5) 都市交通研究会：新しい都市交通システム，山海堂，2007.
- 6) SEGWAY Inc., <http://www.segway.com/>
- 7) 山岡正明：パーソナルモビリティロボット，日本ロボット学会誌 26(8), pp. 885-886, 2008.
- 8) 中川智皓，須田義大，中野公彦，鍋島憲司：パーソナルモビリティ・ビークルの提案，生産研究 61(1), pp.71-74, 2009.
- 9) 櫻井隆太，和田卓士，古川修，倒立振子制御を応用した超コンパクトモビリティの研究，日本機械学会関東支部ブロック合同講演会講演論文集，pp. 291-292, 2004.
- 10) 前田寛，岡内優明，石橋健司：自転車と健康，東京電機大学出版社，1999.

PROPOSAL OF A PERSONAL MOBILITY FOR THE ELDERLY PEOPLE

Yoshiyuki TAKAHASHI and Masamichi MIURA

Mobility is one of the important activities of daily living especially for the elderly people. Therefore, we propose that the personal mobility vehicle (PMV) for the elderly people with limited mobility. Proposed PMV is propelled by kicking motion with power assisted wheels. It aims to assist short distance transportation in urban area e.g. moving from a home to a train station. It has a folding mechanism and will be able to take on to the public transportations and will help to extend the area of the user's activities.