

パーソナルモビリティビークル RT-Mover P-type の開発コンセプト

Concept of a new type of personal mobility vehicle, RT-Mover P-type

○ 中嶋秀朗 (千葉工業大学)

Shuro NAKAJIMA, Chiba Institute of Technology

Abstract: Recently, various types of personal mobility vehicles (PMVs) have been developed as single-seat mobility vehicles. In this paper, products, research and development situation on PMV are discussed and we introduce a concept of a new type of PMV. Based on the concept, the brand new PMV has been developed, named RT-Mover P-type series. The mobility performance of it is shown experimentally. We conclude this paper by extracting future works.

Key Words: Personal mobility vehicle, Rough terrain, Energy efficiency for movement, Mobility in an urban life

1. はじめに

近年、近距離の個人移動支援を目的として、一人乗り移動体であるパーソナルモビリティビークル (PMV) の研究開発が盛んに行われている。これらは電気モーターが動力であるために排出ガスがゼロであることから環境にも優しい乗り物として期待されてもいる。現在、市販または研究開発されている PMV を大別すると使用用途の観点から次のようになる。

- ①高齢者を含めた移動困難者の都市生活での QOL を向上させる目的の移動体
- ②高齢者を含めた移動困難者の海や山などでの活動も含んだ QOL 向上を目的とする移動体
- ③主に健常者向けで都市生活で使用する新しいジャンルとしての一人乗り用の移動体

移動能力の観点からは、①と③は都市環境にある舗装路面での移動を主とし 0.05m 強の段差まで対応可能である。②は 0.15m 程度の段差まで対応可能であり、砂浜や遊歩道程度の起伏のある山道での移動も想定している。本報告で扱うのは、主な活用フィールドは都市環境にある舗装路面であり、都市環境に特徴的な段差への対応能力は 0.2m 程度までとしたものである。

本報告の構成は以下である。2 章では現在、市販もしくは研究開発されている PMV の現状に関して具体例を挙げて記述する。3 章では本報告で扱う RT-Mover P-type のコンセプトについて述べる。4 章では開発した P-type の移動能力の一端について実験結果をもとに紹介する。最後に P-type の課題についてまとめる。

2. 市販もしくは現在研究開発中の PMV

PMV の現状について実例を挙げながら説明する。

- ①高齢者を含めた移動困難者の都市生活での QOL を向上させる目的の移動体

市販品としてはスズキのセニアカー(1)やホンダのモンパル(2)などがある。例えばセニアカー ET4D (図 1) は前輪操舵、後輪駆動の 4 輪車であり、各車輪の直径は 0.25m である。段差踏破能力は車輪直径の 3 割程度である 0.075m で、登坂能力は 10deg である。車体質量は 98kg、許容荷重は 100kg である。定価は 34.8 万円である。主な用途としては高齢者の自立生活のための移動支援機器という位置づけである。

この分類の移動体に関する研究としては、知能化が盛んに行われており、レーザレンジセンサなどを用いて外界を認識し自律的に経路を計画するものが代表的である(3)。



Fig. 1 ET4D

- ②高齢者を含めた移動困難者の海や山などでの活動も含んだ QOL 向上を目的とする移動体

市販品の例としては PRIDE 社の Quantum シリーズ(図 2, HP より)や Magic Mobility 社の X8 シリーズ (図 3, HP より)がある。これらは直径 0.35m 前後のタイヤを使用し、0.05m 程度の起伏が連続するような路面や 0.15m 程度の段差も移動できる。大きな車輪直径と大きな出力のモーターを使用しており移動能力は高いが、値段は数百万円する。



Fig.2 Quantum series



Fig.3 X8 series

クローラ型の例としてはクエストエンジニアリング社のクローラ (4) などがある。

- ③主に健常者向けで都市生活で使用する新しいジャンルとしての一人乗り用の移動体

いくつか例を挙げる。トヨタの i-REAL (5)は車体サイズが可変のコンパクトな 4 輪車である。ホンダの U3-X (6)は立ち膝のような感じでイスに腰掛けて全方向移動可能であり、持ち運びサイズである。Segway Japan のセグウェイシリーズ (7)は立ち乗り型の倒立 2 輪車であり小回りがきく、いずれも滑らかな舗装路面での移動を前提としている。

3. PMVの開発コンセプト

買い物や小旅行なども含めた日常生活で必要となる移動能力をカバーできるPMVを実現したい。例えば家から近くの店に買い物に行くことを考えると図4のような不整地が存在する。そこで、開発するPMVのコンセプトとして、主な使用環境である舗装路面での効率的な移動を重視した上で図4に示すような不整地路面も移動できることとする。実際に人の移動を考えた場合にはスロープになっていない段差の地形から歩道に入ることも多いので、PMVも0.2m程度の歩道などの段差へ斜め方向から上り下りできるようにする。



Fig.4 Various types of rough terrain

- 以下は上記を実現するためのポイントである。
- ・将来のある程度までの高速化を考えて4車輪型とする。
 - ・現状の市販品は、左右車輪の高さを調整する機構がないため0.1m程度以上の段差は正面から移動する必要がある。Quantumシリーズなどのように真ん中の2車輪を大出力、大径化して不整地移動能力を向上させるとその部分が大型化し、左右車輪の高低差を吸収する機構などを付加しにくい。よって、不整地対応能力の面からも4車輪型として全車輪に負荷を分散させる。
 - ・舗装路面での移動効率を第一として車輪型を基本とする。
 - ・4車輪型の移動体に最小限の機構を加えて図4を含めた対象路面を移動可能とする。
 - ・搭乗者の姿勢は常時水平を保てるようにシート部分の姿勢制御を可能とする。

4. RT-Mover P-type

図5が開発したPMV, RT-Mover P-type 2で、表1は主要な仕様である。整地及び不整地移動の基本となる駆動軸は、4つの駆動輪、前後のステアリング(2軸)とロール軸(2軸)、ピッチ軸(1軸)の計9軸である。脚動作時の安定性向上のためにシートスライド機構と左右補助脚を備えている。フットレストも上下に回転可能である。脚動作の際には、ロール軸を回転させて片側の車輪を上げ、ステアリング軸を回転させてその車輪を前方に動かし、再度ロール軸を回転させて車輪を下ろす。前後各車輪を脚動作させら

れることで、車輪径に依存しない段差移動が可能となる。このとき、シート部分はピッチ軸方向にも回転可能なため、脚動作中も含めて不整地移動時でも常時シート部を水平に維持することができる。

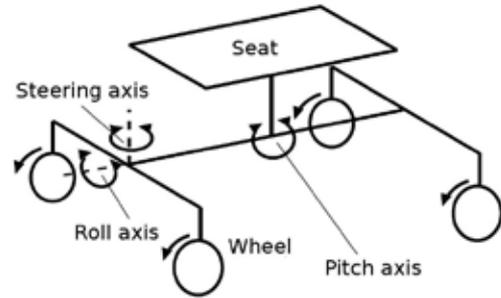
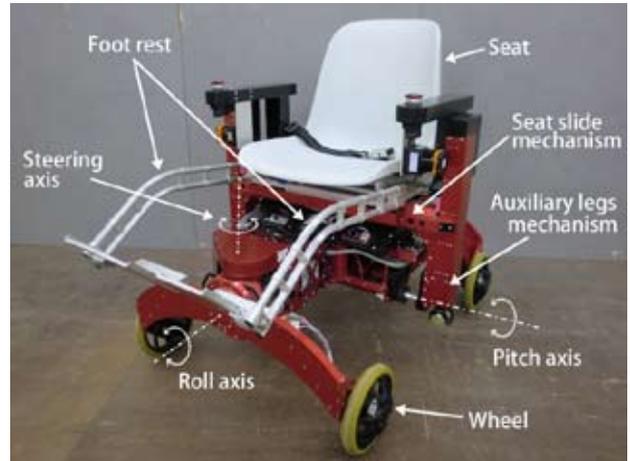


Fig.5 RT-Mover P-type 2

Table 1 Main specifications of P-type 2

Dimensions	Length 950[mm] (excluding footrest); Width 739[mm]; Tread 650[mm]; Height to seat 552[mm]; Height to bottom 205[mm] (excluding pitch axis part)
Wheel	Radius:200[mm]; Width:30[mm]
Weight	70[kg] (including batteries)
Motor	Wheel: 200[W]; Steering axis: 100[W]; Roll axis:150[W]; Pitch axis: 100[W];
Gear ratio	Wheel: 100; Steering axis: 810; Roll axis: 960; Pitch axis: 2570;
Sensor	Encoder (each motor); Current sensor (each motor excluding roll-adjustment); Posture angle sensor (roll and pitch of the seat part);
Angle limit	Steering and roll axis: from -35[deg] to 35 [deg] (excluding when pivot turn); Pitch axis: from -30[deg] to 30[deg];
Max speed	5.4[km/s]
Power supply	48[V] lithium polymer battery

移動モードとしては、通常は移動効率が高く安定して高速走行が可能な4車輪移動を行う。車輪移動ができない地形に対しては障害物に接している車輪を脚動作(上昇させ

て前を出し、下ろす) させる. 図 6~12 は P-type 3 の移動の様子である (P-type 3 は P-type 2 のマイナーチェンジ版).



Fig.6 wheel mode



Fig.7 Stepping up on a sidewalk



Fig.8 Stepping down from a sidewalk



Fig.9 Step-down gait in a plaza



Fig.10 Getting over a stump in a park



Fig.11 Climbing up two steps



Fig.12 Pivot turn

5. おわりに

RT-Mover P-type の現在の研究開発状況は、ハードウェアが一通り完成し、移動制御アルゴリズムとして新しく適応歩容を構築しつつあるといったところである. 図 6~12 に示したように効率的な車輪移動と高い不整地移動能力をシンプルな機構で実現できつつあるが、まだまだ改善したい

課題は多い。本報告での締めくくりとして以下に取り組みたい課題を列挙する。講演会では動画などを交えながら参加者と PMV のあるべき姿について議論したい。

- ・車輪モードで高速移動時の衝撃吸収
- ・高速な車輪モードから低速な脚動作モードへの滑らかな切り替わり
- ・脚動作の高速化
- ・脚動作時の滑らかな動きによる乗り心地の向上
- ・脚動作時の安定性の向上
- ・搭乗者への操縦支援
- ・操縦のしやすさ、使いやすさの観点での機器改良
- ・車輪モードで高速移動時の環境に応じた速度制限による安全性向上
- ・歩容制御アルゴリズムの高度化及び信頼性向上
- ・コスト低減を見据えた、よりシンプルな駆動軸構成及び機構の検討
- ・デザイン性と機能性（乗りやすさ含む）を考慮した車体設計
- ・製品としての開発フェーズへの移行

謝辞

本研究は、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」の支援を受けて実施したものである。関係各位に深く謝意を表す。

参考文献

- (1) スズキ株式会社, ”セニアカー”,
<http://www.suzuki.co.jp/welfare/seniorcar/>
- (2) 本田技研工業(株), ”モンパル”,
<http://www.honda.co.jp/monpal/>
- (3) O. Matsumoto, et al., Autonomous Traveling Control of the "TAO Aicle" Intelligent Wheelchair, 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.4322-4327, 2006.
- (4) (有)クエストエンジニアリング, “クロラ”,
<http://www.quest-eng.co.jp/index.html>
- (5) トヨタ自動車(株), ”パーソナルモビリティロボット”,
http://www2.toyota.co.jp/jp/tech/p_mobility/mobility_robot/
- (6) 本田技研工業(株), ”U3-X”,
<http://www.honda.co.jp/ASIMO/newtech/u3x/index.html>
- (7) Segway Inc., ”i2”,
<http://www.segway.com/business/productsolutions/index.php>