

# 「誰にもスマートな移動を」を支援する マルチパーパスモビリティ

低炭素、高齢化社会への対応を目指し、マルチカテゴリ対応、利用者の見守り・安全機能を高めた極小モビリティを開発している。これは、利用者が若年の場合はキックスクーターとして、高齢の場合はシニアカー等に変形してラストワンマイルを誰でも格好良く移動する、さらに汎用車椅子と連結して電動車椅子になる、もしくは汎用車椅子に後ろから連結して介護者による被介護者の車椅子移動を快適にする補助手段としての機能を持つものである。



国立研究開発法人  
国立環境研究所  
地域環境保全領域  
特命研究員

近藤 美則  
(こんどう よしのり)

## 1. はじめに

低炭素・脱炭素社会の実現に向けて自動車メーカーは、電気自動車（EV）、（プラグイン）ハイブリッド車、燃料電池車等（以下、次世代車と呼ぶ。）の開発と市場投入を鋭意進めるとともに、環境負荷低減、省エネ化につながる自動運転技術開発を加速している。EVやプラグインハイブリッド車の登録台数は徐々に増加している（2023年度末で約37万台）が、約8200万台の自動車保有台数に比べれば1%未満<sup>1)</sup>の割合にすぎない。また、軽乗用車よりも小さい超小型モビリティ（EV）が荷物の配送に利用されるようになりつつあるが、車両サイズと性能の低さから、とりわけ幹線道路等において、従来型自動車との共存には困難を生じている。一方、環境省は、環境配慮行動に着目し、エコドライブの実施や自転車・徒歩と公共交通機関とを組み合わせ利用する等のスマートムーブ活動を推奨している。ただ、現実的なスマートムーブ活動の内容は地域により異なる。大都市では、車からの代替手段として公共交通機関の利用が選択できる可能性が高いだろうが、公共交通機関が衰退中であるもしくは、そもそもバス等の公共交通機関がない地方や離島ではその選択肢はない。大都市等では、エコドライブよりも公共交通

機関の利用が環境負荷低減に大きな効果がある一方で、地方や離島では移動手段としては車を選択せざるを得ず、環境負荷低減策としてはエコドライブの実施のみとなる。次世代車や自動運転車が普及すれば、地方や離島でも大きな環境負荷低減を見込むことが可能と推測されるが、その実現にはまだ時間がかかる。

また、世界の中で超高齢化社会の先端を走る日本においては、高齢者、身体の不自由な人が安心・安全に利用できる移動手段が求められているが、十分ではない。さらに、移動手段のみ提供されても、利用に際して制限が多くあれば、折角の移動手段も利用されない。例えば、車の運転に自信がなくなった高齢者等が自発的に運転免許証を返納した際、それらの免許返納者に車に代わる魅力的な移動手段を提供できないのが現実である。脚による移動が困難な者の場合、移動速度は6km/h以下に制限されるが、電動のシニアカーという移動手段がある。ただし、100kgほど重量があるため一度転倒すると起こすことが出来ない、比較的高額である、手段を利用している姿を他者に見られることで自身のプライド（自分はそのまでの高齢者ではないという誇り）が傷つけられる、等のため、利用が進まない状況にある。高齢化社会対応は世界的な問題である。

さらに、今後も続く少子高齢化時代において、介護は

## Information

本稿は移動に関わる社会的問題を解決すべく、様々な観点から論じられているが、少しまとめるなら、移動に困難のある人には容易になるように、そうでない人には車の使用を減らせるようにするための開発と言えるのではないかと思う。そのために必要なのが、徒歩と自転車の間、時速6km～20kmでの便利な移動手段というわけである。

そのような移動手段、パーソナルモビリティをめぐる環境は変わりつつある。2023年7月施行の「道路交通法の一部改正（令和4年法律第32号；特定小型原動機付自転車の利用制限に関する規定）」は、公道走行できる新たなモビリティの開発を推進している。新設された特定小型原動機付自転車カテゴリは、16歳以上であれば免許なしで利用でき、ヘルメット着用は努力義務、時速6km以下であれば歩道走行が、時速6km超で時速20km以下であれば車道走行が認められた手段である。

東日本大震災前後から著者が構想を始められたmPm（マルチパーパスモビリティ）は、当初からシルバーカーから時速20kmくらいまで、今でいう特定小型原動機付自転車までの速度範囲をカバーすることを

目的としており、車を運転することが事故を誘発しかねない高齢者だけではなく、脚による移動に困難を覚える者、老若男女みんなが気持ちよく移動できるような、包摂社会の実現を目指した新たな移動手段である。

これまで人力以外のエネルギーのみで駆動される移動手段の使用には免許が必要、さらにバイクはヘルメット着用が義務であり、誰でも気軽に利用できるものではなかった。低速・近距離利用に気軽に快適に利用できそうな特定小型原動機付自転車の利用が進むことは、利便性の向上だけでなく、車の使用の自然な抑制などに有効と考えられる。

しかしながら懸念は残る。例えば免許不要ということは、利用者は道路交通法を勉強していない、交通ルールの理解がないことであり、別途交通ルールの浸透を図るなど、対策が必要である。このような問題への対策も並行して進められ、使いやすかつ便利・安全・低エネルギー消費などの観点から社会の改善に役立てられることを願う。

ナビゲーター つくばサイエンス・アカデミー  
コーディネータ 渡辺 正信

ハードワークであり、真剣に対応すべき課題である。介護を必要とする人（被介護者）が自力で移動するための快適な手段を提供することはもちろん、被介護者の世話をする人（介護者）も心穏やかに散歩等に被介護者を連れ出すことができる必要がある。即ち、自力では移動できない被介護者が気兼ねなく散歩等を介護者に依頼できて、介護者はその依頼を気持ちよく受け入れて世話（散歩等）ができる環境を創出することが、来たるべき社会において考慮すべき重要な視点である。

そのようななか我々は、免許返納者を含む高齢者にかぎらず誰もが日常の数百メートル以内の短距離移動において利用する軽量・コンパクトな移動手段、大都市等においては公共交通機関と連携してより遠くまでシームレスな移動を実現する徒歩や自転車を補完する移動手段の開発を行っている。また、この移動手段は、自身の移動とともに他者の移動支援機器としての利用も目的としている。そして、この移動手段を現行の社会システム内に組み込み、「誰一人取り残さない」社会の実現に向けて、既存システムをより効率的に活用す

る新たな社会システムの構築を含む研究を行っている。本稿は、2018年に発表した文献<sup>2)</sup>をもとに、パーソナルモビリティに関わる近況の変化を踏まえ、改めて開発中のマルチパーパスモビリティについて、紹介したい。

## 2. 移動手段の現状

2023年7月施行の「道路交通法の一部改正（令和4年法律第32号；特定小型原動機付自転車の利用制限に関する規定）」（以下、改正道路交通法という。）で、歩行者扱いの上限である時速6kmから時速20kmまでの速度域に人力以外の動力を使った移動手段のカテゴリが新設された。これを踏まえ、2024年10月時点で利用可能な端末移動手段について、想定される利用者と移動速度との関係を表1に整理した。端末移動手段を積極的に利用するためには、文献<sup>2)</sup>を公表した2018年以降においても以下の問題があると思われる。

①公共交通機関が利用できる状況でも自転車や徒歩との連携が悪いため、ドアツードアで移動できる車が

表1 現行の徒歩以上車未満の移動手段の整理

名称・俗称など	速度/動力	利用者	利用エリア	重量/価格	公共交通への持込等
A シルバーカー 手押し車	2km/h 人力	高齢者 歩行訓練者等	歩道	約5kg 約2～7万円	○
B シニアカー 電動車椅子	～6km/h 電動	高齢者 脚移動困難者等 (免許返納者)	歩道	約70～100kg 約30～40万円	△(要、補助)
C 特定小型 原動機付自転車	～20km/h 電動	16歳以上	歩道(～6km/h) 車道	20kg前後 約10～30万円	? (個別対応)
D 自転車	～14km/h～ 人力	若者～高齢者	車道、専用道 (一部歩道)	10数kg(数万円) ～数kg(数10万円)	△(要、輪行袋)
E 電動アシスト自転車 E-BIKE	～24km/h～ 電動補助	若者～高齢者	車道、専用道 (一部歩道)	20数kg(10数万円)～ 10数kg(数10万円)～	△(要、輪行袋)
F 原動機付自転車 電動自転車	～30km/h～ 電動	若者～高齢者 (要、運転免許)	車道	約60kg 約20～30万円	×
G 超小型モビリティ	～60km/h 電動	若者～高齢者 (要、運転免許)	車道	約400～600kg 約100～200万円	×

・上表は、利用速度最高値を基準としてまとめた。

2023年6月までの道路交通法では、Bで示したシニアカーの次の速度帯はDの自転車であったが、同年7月から施行された改正道路交通法では、上表のCのカテゴリが新設された。

利用される。荷物がある場合、徒歩や自転車は利用しにくいことがある。

- ②老若男女が快適、便利、そして安心安全に利用できる魅力的な低炭素の移動手段がない。自転車は乗り手を選ぶ。足が不自由な場合、徒歩・自転車は選択できない。
- ③自転車を利用して駅等に行く場合に、駐輪場などのインフラが不十分である。インフラの建設・維持には高額な費用が必要。
- ④公共交通機関から最終目的地まで(ラスト1マイル)の移動手段が不十分である。レンタサイクル等のシェアリングサービスがいつでもどこでも利用できるわけではない。
- ⑤高齢者が加害者となる交通事故が増加しているが、車依存の高い地方では車を手放すことが難しい。高齢者が安全に利用できる移動手段が少ないうえに、利用できる道路環境は少ない。
- ⑥高齢者等の代替移動手段の1つであるシニアカーは、電動のため脱炭素に貢献できると考えられるが、利用者自身は車が運転できないほど運動能力が低下した者であると告知しているように見えることから、

プライドの高い一部の高齢者には利用されにくい。日本人は特に、他者の目を気にする。

- ⑦1～2名乗車の超小型モビリティが提案されるも、その普及はあまり進んでいない。既存の車と共存することは、道路環境や性能・機能の面で極めて難しい。例えば、低い加減速性能が交通渋滞の原因になりうる。自動車に比べて乗員保護機能が低い。

### 3. コンパクトな多目的移動手段とそれを核とする未来の社会

#### 1) 開発中の移動手段が狙う領域

表1に徒歩以上車未満の移動手段を整理した。開発中の移動手段は、徒歩以上自転車未満(表のA～C)を対象としている。これまでのカテゴリ毎の移動手段開発から一歩進んで、基本型確立により一台で複数用途対応、結果として生産増による低コスト化、一カテゴリのみを対象とした特殊品扱いにしないこと(2⑥のプライドに関係)を想定している。図1に示すように形態変化(Transform)が特徴であり、価格と重量の量産時の目標は、衝突防止や自動停止等の機能や生体センサー等の装備の有無で10～15万円、10～15kgを



(a) シルバーカー



(b) シニアカー



(c) 特定小型原動機付自転車 (キックスケーター)

図1 開発中の移動手段 (m Pm) の形態変化3種

想定している。なお、開発中の移動手段は、多目的対応から、マルチパーパスモビリティ (mPm) と称している。詳細は、文献<sup>3)</sup>を参照されたい。

## 2) 開発中の移動手段を核とする未来社会の移動のイメージ

徒歩から自転車間の速度と大きさのこれまでにない移動手段 (mPm) を現行の社会システムに導入した場合の未来社会の移動のイメージは紙面の都合で省略するが、文献<sup>2)</sup>を参照されたい。移動手段は、運転者の体調や走行状況を記録するとともに、運転者に普段とは異なる体調等の情報が確認されると、通信ネットワークを介して家族等にその情報を提供、異常事態には駆けつけ支援等を行うことで、安心安全な移動と見守りを提供する。郊外型大型ショッピングセンター (SC) 内の移動手段、SCが来客のために準備する移動手段としての利用も想定される。

自宅から公共交通機関を利用して目的地に向かう場合、軽量・コンパクトな移動手段の公共交通機関への持ち込み若しくは公共交通機関との接続点付近のコンビニ等で預ける又は借りる (混雑時に移動手段の車内持ち込みは避ける) 方法により、地域の交通事情に対応する。コンビニが接続点の場合、荷物の配送業者が従来品の配送に加えて、移動手段の回収と調整、再配置を担当することで、新たな管理システム (と費用投資) をほぼ不要としている。

## 3) 車椅子と連結して介護/福祉分野で利用

自らの移動手段として使うだけでなく、他者の移動支援を行うことができるのがmPmの特徴である。図1の(a)、(b)、(c)のいずれの形態でも、汎用車椅子に連結することを目指している。前部から連結の場合 (図2(c))、電動車椅子と同様、利用者1名での利用が想定される。生体センサーとクラウドサービスに



(a) 介護支援用



(b) 介護支援用



(c) 自立支援用

図2 開発中の移動手段 (m Pm) の形態3種が車椅子と連結したイメージ

より安心・安全に見守られつつ、行きたい場所へ人力ではなく電動により快適に移動できる。

一方、汎用車椅子に後部から結合する場合（図2（a）もしくは（b））、他者の移動の支援のためにも利用できる特徴を持っている。この場合は、介護者が車椅子を押して移動するというこれまで大きな力を必要とした作業から、介護者はmPmに乗り、その電動モータを使ったパワーアシストによって移動支援を行うという作業に置換することが可能となり、介護者の負担を低減できる。

このモビリティに乗りつつ、連結した車椅子を押すという行為は、介護者の体力を温存もしくは回復させつつ、一方で大変な介護業務を快適に遂行できることを意味している。介護者の次の仕事に向けた体力回復、意欲の復活に寄与できるだろう。被介護者となる車椅子乗車者の介護者への気兼ね（疲れているところに散歩に連れて行って欲しくはないから言わない雰囲気）を無くせるのではないかと考えている。

このmPmが利用できることで、介護者は少しの登坂を意識することもなく、車椅子を快適に押しつつ散歩（＝業務）を行うことができる。安全確認には、注意を払う必要があるが、自身は注意力という精神力は使うものの、体力を維持もしくは回復しつつ、介護福祉の仕事をするというメリットがある。

また、mPmの利用によって介護福祉に関わる会社の管理者も、従業員に快適な文明の利器を適切に提供することで、過度な労働を要求していることにならず、多くの立場で満足感を得ることができると考えている。

#### 4) 離島における脱炭素や快適な移動の実現に寄与する移動手段として利用できるか？

2050年の日本の人口分布は現在より高齢化が進んだ形状になるが、現在すでにその人口分布になっている場所があり、それは多くの離島である。将来の交通を考えるにあたり、mPmを含むパーソナルモビリティは存続して利用可能かどうかの判断に、離島の現状が参考になると考え、近年調査を行っている。その結果の一部を紹介し、パーソナルモビリティの今後について考察する。

離島における自治体関係者や観光協会等に対して移動実態に関するヒアリングを実施したところ、離島における移動の主体は車であり、短距離・短時間の移動でもほぼ車を使っている。第一次産業の収穫物運搬や通常作業のために軽トラック利用は必然。自転車の利用は、原動機付自転車の免許が取得できるまでの生徒ぐらいであり、道路勾配や気温や天候の点で、自転車利用には制限がある。自転車がほとんど移動手段の選択肢にならない離島も複数存在。公共交通機関は貧弱で、住民サービスの一環で自治体が補助することでなんとか運行維持しているところ。住民は免許返納後の移動が不便もしくは不可になるためにできるだけ免許返納を遅らせている状況。シニアカーはそこそこ利用されており、畑の見回りに使用の例も（図3）。

以上を踏まえると、将来の移動手段として、【1】軽トラック利用は当該産業を続ける限り継続するだろうから、脱炭素社会に対応するならば、軽トラックのEV化等が必要。【2】車から自転車への完全代替は難しいが、電動アシスト自転車はその特徴から自転車の利用範囲を広



図3 離島で利用されているシニアカー（郊外で、街中で、島一番の幹線道路で）

げられる可能性がある。【3】短距離・短時間移動や免許返納後の移動手段として選択したいと考えるような魅力的な手段が必要。【1】と【2】は無理でも、mPmや改正道路交通法で新設されたカテゴリ（特定小型原動機付自転車）に属するパーソナルモビリティにより、【3】の要求を満たすことができるのではないだろうかと考え、引き続き開発を進めている。なお現在、特定小型原動機付自転車カテゴリに含まれる移動手段の製品発表が増えている。停止時に不安定な2輪あるいは立位利用では無く、3輪ないし4輪で着座利用のモビリティは、安定感のある利用が可能であろう<sup>4)</sup>。さらに、人の移動に加えて、それなりの荷物の運搬も可能なモビリティが発表されている<sup>5)-6)</sup>。高齢者の軽トラック利用がそのうち、文献<sup>6)</sup>にあるような特定小型原動機付自転車になる可能性は否定せず期待したいところ。

また、【2】の自転車に関して、ライフステージ毎のパーツ交換により、子供から高齢者まで長期に亘り一つの自転車を使い続け、省資源に貢献し、健康に配慮した生活を目指すための開発も実施中である。若い時は通常の2輪自転車、その後電動アシスト自転車に変換し、さらに高齢になると利用時の安定感を上げるために3輪電動アシスト自転車に変換するというものである<sup>7)</sup>。

#### 4. おわりに

誰でもが快適に、格好良く利用でき、かつ法規制を変更することなく「歩行者との共存」を可能とする移動

手段の実現は、移動手段の選択肢を広げる。さらに「高齢者に見られたくない」という意識のバリアの解消は、急増する運転不適・不能な高齢者の移動手段の確保に繋がり、自動車事故の抑制に貢献する。

移動手段の確保により、安全に快適に外出できる環境が実現され、自身の健康に配慮した生活が可能となる。車椅子と連結して使用可能な移動手段は、介護・福祉分野の従事者の負担軽減に役立ち、介護者と被介護者の双方の気持ちよい移動を実現する。利用者の見守り機能（生体センサー、カメラ等）を備えた移動手段を使った外出は、利用者周囲の防犯にも役立ち、無理なく地域社会の一員としての活躍（例えば、通学帰宅時の子供たちの見守り、普段の防犯パトロール）を実現する。

結果として、人力以外のエネルギーへの依存度が極めて小さい新たな移動手段の基盤が生成され、世代を超えて低炭素に寄与する現実的な手段が提供される。

#### 謝辞

本研究は、株式会社アキュレイトシステムズの安淳一・イノベーション推進室長らとの共同研究である。資料や写真等の利用に関して快く承諾して頂いた。ここに記して謝意を示す。

#### <参考文献>

- 1) 一般財団法人自動車検査登録情報協会、自動車保有台数推移表（平成27年～令和6年）及び低公害燃料車の車種別保有台数（平成27年～令和5年）<https://www.airia.or.jp/publish/statistics/trend.html>
- 2) 近藤美則、“低炭素、超高齢化、安心安全な社会への対応を意図したモビリティの開発”、SAT会誌、No.34、23-25、September、2018
- 3) 近藤美則、安淳一、多様な人々の移動を支援する極小モビリティ、日本AEM学会誌、第25巻、第3号、299-306、2017
- 4) <https://elemos.jp/> 2024.10.10 accessed.
- 5) <https://carview.yahoo.co.jp/news/detail/154c59d1f9791f5daeaad1afbfa12b9b8dd1f9cf/> 2024.10.10 accessed.
- 6) <https://suzukibike.jp/NEWS/17661860> 2024.10.10 accessed.
- 7) 亀山哲、近藤美則、“離島住民のための持続可能な交通手段”、Ocean Newsletter、No.546、6-7、2023

#### <ご照会先>

kondos@nies.go.jp