

空港駐車場における自動バレーパーキング導入について

三菱重工機械システム株式会社 モビリティ事業本部 モビリティ推進部

吉田 圭汰

keita.yoshida.tu@mhi.com

1. はじめに

本格的な“自動運転社会”の到来を目前に控え、各国で技術革新が急速に進んでいる。我が国でも、人口減少や「2024 年問題」に代表される輸送の担い手不足等の社会背景を踏まえ、国主導で自動運転バス等の実証試験や関連ルール作りが進捗している。その中で、駐車場においても「自動バレーパーキング (Automated Valet Parking, 以下、AVP)」に代表されるように、自動運転技術の進展で、その形がこれから大きく変化することが予想される。

三菱重工グループでは、成長戦略として、「エナジートランジション」と「モビリティ」を 2 つの核に据えて新事業開発を行っている。三菱重工機械システム(以下、当社)では、モビリティ分野における既存プロダクト(ITS/高度道路交通システムや機械式駐車装置他)における技術や優位性を活かし AVP の早期社会実装を推進すべく、車両搬送ロボットの事業開発に着手した。2021 年 10 月には、屋外対応の自律走行車両搬送ロボットを世界に先駆け開発し、仏国リヨン空港駐車場に AVP サービスとして実装した実績を持つ仏スタートアップ企業 Stanley Robotics SAS(以下、SR 社)とパートナーシップ契約を締結した。本稿では、SR 社及び当社の AVP に関する取組を紹介した上で、我が国における持続可能な空港運営に対し、我々の AVP ソリューションで提供出来る価値を論じたい。

2. AVP について

欧米ほかでは、ホテルエントランス等において、車で乗り付けた客が係員に鍵を預け、チップを払い係員が駐車を代行するようなサービスがバレーパーキングサービスとして一般に普及しており、今回論じる自動バレーパーキング (AVP)とは、文字通り自動運転技術を活用し、車両搬送ロボットでのバレーパーキングを実現するものである。経済産業省(同省では AVP を“自動バレー駐車”と呼称)の定義では、大型施設の駐車場等で、ユーザーが出入口で乗降車する際以外は、車両の受け渡しと駐車スペースまでの往復と駐車を、無人の自動走行により行う技術¹とされている。

AVP は、実現すれば様々なメリットがある。まず、駐車場内に人が立ち入らないことより、①事故のリスクを大幅に低減できるという点。ある調査によれば、交通事故の約 30%は駐車場で発生している²。安全性の向上はもとより、駐車場トラブルや事故に伴う経済損失の減少も見込まれる。次に、ドライバーは広大な駐車場で空き駐車スペースを探したり、ドライバーが自車を駐車した位置を忘れて探し回る必要がなくなり、ドライバーはただ施設近傍に設けられた停車スペースに車を預けるだけでよくなり、②時短に繋がるという点。一方、事業者側の視点では、駐車スペースにおいて人の乗降を考慮する必要がないので、車を高密度に詰めて駐車することができるので同じ土地面積で

③収容効率を高めることができるという点もメリットである。

独国シュツットガルト空港駐車場では、対応車種のみであるものの、車両自体の自動運転機能をベースとした AVP が実運用フェーズに入っている。我が国でも、JARI(日本自動車研究所)が2018年に東京・お台場の駐車場で AVP 実証試験を行うなど、研究開発が進んでいる(下図-1)。今後、自動運転車両が広く普及した未来の駐車場では、このような自動バレーパーキングが広く実装され、駐車場の安全性・利便性が高まるものと期待されている。

2. ②検討事項 (3)自動バレーパーキング (AVP) 国土交通省

AVP タイプ	ロボットタイプ	車両自走タイプ		
		タイプ1 (車両依存)	タイプ2 (インフラ依存)	タイプ3 (路車協調)
■ AVPはロボットタイプと車両自走タイプ(タイプ1~3) ※に分類される ■ ロボットタイプや車両自走タイプ(タイプ2、タイプ3) で国内外で実証が行われている ※車両自走タイプ(タイプ1~3)の詳細は次頁参照	通々井アウトレット ▶22年6~7月 ▶レベル4自動運転の搬送 ▶ロボットが車両を搬送 ▶手動運転車両や歩行者 ▶が侵入しない専用空間  リヨン空港	公開されている 実証事例無し	シュツットガルト空港 ▶20年~実施中 ▶現状で対応車両はベン ▶ツウのみ ▶自走式立体駐車場  ポッシュによる実車 デモ(22年12月)	JARI(日本自動車研 究所) ▶18年11月 ▶経産省実車実証 ▶アックス東七子駐 車場(自走式)  けいはんなオープン イノベーションセン ター(21年2月)

図-1 AVP 分類の例:国土交通省³

しかしながら、自動運転車両の普及には相当期間の「混在期」が存在することが想定されている。自動運転車両と非自動運転車両が混在する駐車場においては、自動バレーパーキングを早期に社会実装して、非自動運転車両を、自律走行可能な車両搬送ロボットに預けて運搬させる手段が有効である。

3. SR 社、車両搬送ロボットについて

SR 社は、自動運転関連の研究を行っていた技術者を中心に 2015 年に仏国パリで創業したスタートアップ企業である。車両搬送ロボットの開発に成功し、仏国国内での実証試験等

を経て、2018 年に同国南東部のリヨン・サン＝テグジュペリ国際空港(以下、リヨン空港)駐車場において世界初となる“屋外駐車場での車両搬送ロボットによる AVP サービス”の商業運転を開始した(後述)。リヨン空港でのローンチ後、英国ガトウィック空港でも 2020 年に商業運転をスタートさせている。

ここで、SR 社が開発している車両搬送ロボット“Stan”(以下、Stan)の技術概要を説明する。Stan は大きく「ヘッド」と「プラットフォーム」の 2 つで構成されており、ヘッド内にバッテリーや駆動ユニット・PC 類等が格納されている。一方、薄い鉄板状のプラットフォームが車両下部へと進入し、そこからプライヤと呼ぶタイヤ把持部を展開させ、タイヤを下から支えて持ち上げることにより搬送を行う。現在の Stan においては、国内で流通している乗用車であればその大半が搬送可能な仕様である(一部例外あり)。Stan の前・後には 1 台ずつ LiDAR を搭載し、これらがロボットの「目」となり、車両下部進入時のアライメント確保・障害物検知等に使用される。屋外では GPS を用いて高精度に自己位置認識し、GPS 信号を受信できない屋内では LiDAR で周辺環境を認識し、SLAM (Simultaneous Localization And Mapping)⁴へと切替えシームレスに自律走行を継続することが可能である。

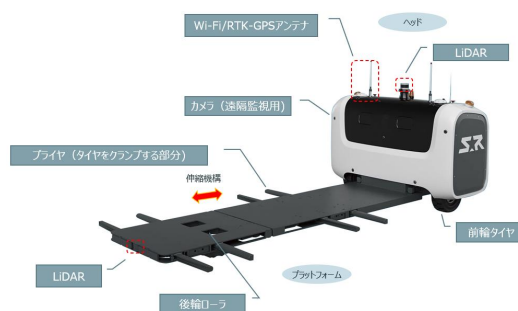


図-2 Stan の外形図

上位側システムでは駐車スペース管理、Stan のステータス管理・監視、フリート管理などを行い、複数の Stan を協調制御することで効率的な運用を実現している。

4. AVP:リヨン空港のケースについて

リヨン空港では、ターミナルから離れた長期利用者用駐車場(Long-term Parking)である P5 の一角(P5+)の約 500 台が AVP 専用のエリアとなっている。また、図-4 に示すように、ユーザーはガレージのような形状の停車スペース(キャビン)に車を預け、キャビン脇に設置されたキオスク端末にて空港ウェブサイトからの AVP 事前予約の情報を QR コードで連携・認証し、Stan に車両を引き渡す。上述の予約時にユーザーのフライト情報を紐づけることで、出庫時には、リターンフライト到着に合わせ前もってキャビンに車両を搬送する。



図-3 リヨン空港駐車場全体図、AVP エリア位置⁵



図-4 リヨン空港 AVP エリア(右奥がキャビン)

ユーザーはキャビンに車を預けたのち、図-4 に示すシャトルバス停留所からバスに乗って

ターミナルへと向かうことができる。

駐車エリアでは、Stan が車両を高密度に駐車することで収容効率を高めている。ここで、人とロボットの動線を明確に分離することで安全性を担保している他、ドア開放時の隣接車両への接触や車上荒らしなどのリスクが無いセキュアな車両保管を実現している。



図-5 リヨン空港 AVP 駐車エリア⁶

リヨン空港のオペレーションにおいて、ユーザーからの反応で最も多いものが「時短」である。従来は、広大な駐車場で空きスペースを探し、見つかった駐車スペースからバス停留所まで長距離の徒歩移動を要していたが、AVP 導入後は駐車場の空きスペースを探す必要もなく、キャビンのすぐ傍に停留所がある為、長距離の徒歩移動無くスムーズにターミナルへ向かえる、という点が最もユーザーに支持されている。

また、キャビン内部は広々とした設計で、通常の狭隘な駐車スペースで出し入れが困難なスーツケースやベビーカーなどの大荷物の出し入れも容易である。また完全バリアフリーで、車椅子利用者にも配慮した設計となっている。

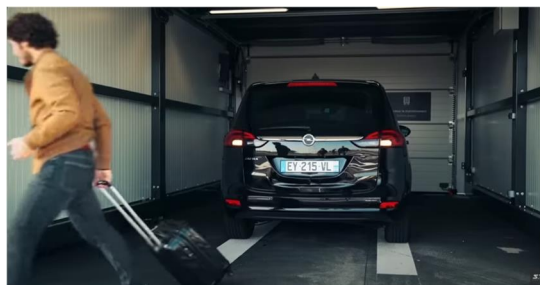


図-6 リヨン空港 AVP キャビン内部⁶

2018 年からの約 1 年間で、利用者は約 8,000 人、Stan の累計走行距離は 2,000km を超え、サービスは一定の成功を収めていたが、2020 年以降新型コロナウイルスの影響により、暫くサービスは休止となってしまった(2024 年 1 月現在は運用を再開)。

5. AVP: 当社の取組について

2022 年 6 月、当社は三菱地所グループの協力を受け、三菱地所・サイモン株式会社が運営するアウトレットモールである酒々井プレミアム・アウトレット(千葉県)の駐車場において、国内初となる車両搬送ロボットによる AVP の実証試験を実施した。

同年 11 月には、本実証試験専用開発したスマートフォンアプリを用いた入出庫操作等の評価を含めた 2 回目の実証試験を完了した。



図-7 酒々井プレミアム・アウトレットでの AVP 実証

当社の AVP コンセプトにおいて、利用者の大まかな流れは欧州事例と同様だが、当社ではユーザーインターフェースにスマートフォンアプリを採用している点に特徴がある。

例えば来場が集中する、或いは集中が予測される時間帯には、限られた停車スペース(当

社では「バース」と呼称)が混雑するおそれがあるが、スマートフォンでリアルタイムに混雑状況を確認できることで、利用者は柔軟に予約時間を前後にずらすピークシフト行動を取ることができる。これは、ダイナミックプライシング等の駐車料金施策と組み合わせて提供することが望ましい。車両出庫の際も同様に、状況に応じてスマートフォンで出庫時間を柔軟に変更することができる。

これにより、空港駐車場において、ラッシュ時間帯の出庫待ち渋滞に時間を浪費することなく、施設内で有意義な時間を過ごすことができる。施設側としても、利用者の施設内の滞在時間が延びることが収益増のファクターとなる。ひいては、駐車場利用者全体にこのようなピークシフト行動が誘発されれば、ラッシュ時の空港周辺道路の渋滞緩和に寄与できる可能性もあると考えている。

6. AVP: 空港駐車場における導入について

ここまで、SR 社及び当社の取組みを通して、Stan を用いた AVP の特徴を紹介してきたが、本章では「我が国の空港の持続的な発展」という観点から、AVP による“収益化”・“脱炭素化”の2つの側面で改めて AVP が我が国の空港に提供できる価値を示したい。

6-1. 収益化

前述のように、AVP の導入で高密度駐車ができることにより、敷地形状によるものの、同一敷地において数十%程度駐車効率を向上させられる可能性がある⁷。欧州のような広大な平面駐車場においては、自走式立体駐車場の建設より安価に収容台数を拡大できる手段として、Stan が注目されている。

駐車効率が向上したことにより得られる追加

駐車料金に加え、AVPはその性質上、予約駐車場としての利用を想定していることから、駐車料金に加え予約・ロボット管理によるAVPサービスとしての追加料金を徴収し、継続的にマネタイズが図れる可能性がある。前述のリオン空港の事例では、2018年、テスト期間中の利用者へのアンケート結果によって、AVPサービスに平均6.4€(1€=約158円として約1,000円)の料金を追加で支払ってもよいとの結果が導かれている⁸。

コロナ禍を経て、空港における非航空収入の重要性が改めて提起されている。従来の駐車場では想定されなかった、①収容キャパシティが高まることによる駐車料金増分及び、②AVPのその他提供価値に対する対価としてのAVP料金を設定することによって、AVP導入費用を回収し、継続的な収益化を検討可能と考える。上記に留まらず、顧客と共に、AVPを通して新しい駐車場ビジネスの形を創造していく所存である。

6-2. 脱炭素化

Stanは、リチウムイオン電池バッテリーを搭載した電動ロボットである。従って、ガソリン車が駐車場内を走行する距離を、Stanが代わりに搬送する場合、単純に当該走行距離分のCO2排出減少に貢献できる。また、駐車場内でのアイドリングや空き駐車スペースを探索するノロノロ運転に伴うCO2も抑制されることから、駐車場の規模によっては年間数十トン程度のCO2排出を抑えることが可能となる。また、ソーラーパネル等の再生可能エネルギー設備や蓄電池と組み合わせることで、Stanの動力を再エネ由来電力で賄う、自律型ゼロエネルギー/ゼロエミッション駐車場の実現も可能である。近年では、図-8のように、駐車エリア内でStan

の動きやレイアウトを阻害しない垂直設置型のソーラーパネル等も登場しており、AVPとの親和性が高いと考えられる。



図-8 垂直型ソーラーパネル“VERPA”

(画像提供: エア・ウォーター株式会社)

また、StanはLiDAR(レーザーセンサ)を自らの「目」としているため、バース周辺を除く、Stanが管理する駐車エリアには、夜間の照明点灯は一切不要である。また、駐車場への白線マーキングなども一切不要となるため、その点でも環境に配慮した駐車場が実現できる。

2050年カーボンニュートラル達成に向けた政府方針に伴い、航空空港分野でのCO2削減が至上命題となっている。国土交通省航空局主導で、空港施設からのCO2排出削減の施策が進む中、AVP導入によって、駐車場から空港脱炭素化にも貢献することができる点を強調しておきたい。

7. おわりに

当社では、SR社とのパートナーシップを継続・深化させながら、三菱重工グループの様々な知見を取り入れ、日々AVPのハードウェア・ソフトウェア両面の改良・性能向上に取り組む、我が国の空港駐車場に新たな価値を提供することで社会に貢献してまいりたい。

出典

¹ 経済産業省プレスリリース, 日本発の「自動バレー駐車システム」に関する国際標準が発行されました, 2023年7月27日.

<https://www.meti.go.jp/press/2023/07/20230727004/20230726003.html>

² 一般社団法人 日本損害保険協会東北支部, 駐車場事故の実態.

<https://www.sonpo.or.jp/report/publish/bousai/ctuevu00000053xr-att/parking.pdf>

³ 国土交通省公表資料, 令和4年度第1回都市交通における自動運転技術の活用方策に関する検討会, 2023年12月13日.

<https://www.mlit.go.jp/toshi/content/001584037.pdf>

⁴ LiDAR から取得した点群データをもとに、自己位置推定と環境地図作成を同時に行う技術を指す.

⁵ Lyon Aeroport, Location of Lyon Airport car parks.

<https://store.lyonaeroports.com/en/parkings-offers/automatic-parking>

⁶ YouTube, Stanley Robotics - World premiere: Stan reinvents parking at Lyon-Saint Exupéry airport, 2019年3月14日.

<https://www.youtube.com/watch?v=ZYVXGYHw8Eg>

⁷ 敷地形状やその他条件によって大きく変動するため、具体的数値は個々の事例を以て判断している。当社へご相談願いたい。

⁸ SR 社独自調べ。