

汎用駆動モジュールと走行プラットフォームの開発

Development of General Purpose Drive Module and Drive Platform

伊藤 淳¹

Jun ITOH

増 渕 義 則¹

Yoshinori MASUBUCHI

要 旨

駆動や操舵、緩衝といった走行に必要な機能を集約した汎用駆動モジュールと、それらを統括し、自律移動機能と容易に接続可能な協調制御機能を備えた走行プラットフォームを開発した。本稿では、駆動モジュールの構成、及び、4個の駆動モジュールから成る走行プラットフォームのシステム構成と共に協調制御による操舵性について示した。また、楽天グループ株式会社と共同で、走行プラットフォームをベースとした自動配送ロボットを開発し、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の助成を受け、国立大学法人筑波大学構内で実施した走行実証実験の中で、走行プラットフォームの有効性を確認した。本汎用駆動モジュールと協調制御技術を用いれば、様々な形態の電動モビリティを効率的に作り出せる。

ABSTRACT

A general purpose drive module that consolidates the functions needed for driving, such as drive, steering, and impact absorption, and a drive platform equipped with a cooperative control function that governs the driving functions and is easily connectable to an autonomous drive function were developed. This paper describes the configuration of the drive module, the system configuration of a drive platform consisting of four drive modules, and the steerability achieved by cooperative control. An autonomous delivery robot based on this drive platform was developed with Rakuten Group, Inc. and the effectiveness of the drive platform was confirmed in driving demonstration tests conducted on the University of Tsukuba campus with the support of the New Energy and Industrial Technology Development Organization. Use of this general purpose drive module and cooperative control technology enables the efficient creation of various forms of electric mobility.

1. はじめに

近年、少子高齢化に伴う人手不足や、新型コロナウイルス感染症への対応が社会課題となっている。このため、配送や誘導、清掃、警備などのサービスや作業を人に代わって行う自律移動型電動モビリティが、技術の進歩を背景に社会に実装されはじめており、電動モビリティの分野は変化が著しい。

Honda はこれまで、暮らしに役立つ電動モビリティ商品として、電動カートのモンパル⁽¹⁾やロボット芝刈り機のMiimo(ミーモ)⁽²⁾などを開発してきた。更に新コンセプト

の電動カート WANDER WALKER CONCEPT⁽³⁾や、自律移動する空港ガイドロボット⁽⁴⁾を開発し、お客様の暮らしの更なる向上を目指して、様々なことに取り組んできた。しかし、この著しい変化に対応するため、我々は多様な電動モビリティをタイムリーに開発することが必要と考えた。

そこで本稿では、モビリティの走行に必要な機能をワンパッケージに集約した汎用駆動モジュール (Fig. 1) と制御技術、及び多様な形態に拡張可能な走行プラットフォーム (Fig. 2) について紹介する。

¹ ライフクリエーションセンター

E-mail: jun_ito@jp.honda

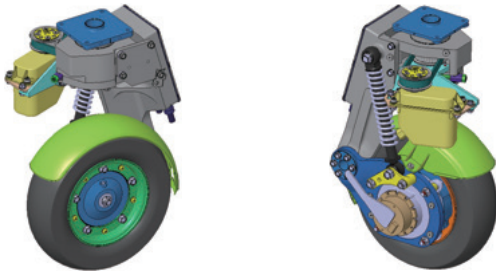


Fig. 1 General purpose drive module

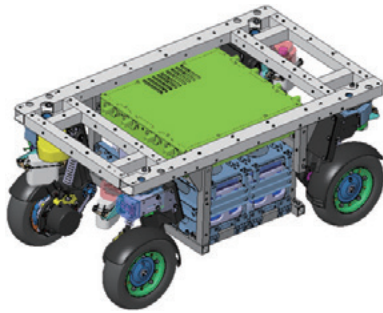


Fig. 2 Drive platform

2. コンセプトと構成

2.1. コンセプト

自律移動型電動モビリティの例として、自動配送ロボットの開発を考える。自動配送ロボットを設計する場合、まず走行環境や積載物の量や大きさなどの要求を定義する。しかし、開発の初期段階においては、要求が不確定なことが多く、要求の再考とロボットの基本設計を見直す過程を経ることが考えられる。例えば初期の要求積載量から増加することで積載能力が不足し、ロボットのサイズを変更するためにホイールベースやトレッドなどの仕様変更が想定できる。また、走行環境の要求が変更され、想定以上の駆動力や小回り性能が求められる可能性もある。更に、初期段階で想定していないような監視機能を追加など、新たなニーズに対応することも考えられる。

このように、新タイプのモビリティ開発は、仕様の変更や機能の拡張に即応できることが重要だと考えた。なかでも仕様変更で影響が大きいのが駆動・操舵部であり、用途ごとに個別設計する場合は、多くの開発リソースが必要と予測される。

そこで我々は、駆動・操舵などの走行機能をワンパッケージに集約した汎用駆動モジュールと、それを統合制御する走行プラットフォームというコンセプトに至った。走行機能をモジュール化することで、ホイールベースやトレッドの設定自由度が高く、モジュール数の違いにより走行性能を変えることができる。また走行プラットフォームは、多様な作業機能や自律移動機能を付加できる拡張性がある。これらは様々

な形態の自律移動型電動モビリティのベースとなる。

2.2. 汎用駆動モジュールの構成

汎用駆動モジュールは、走行に必要な機能部品（タイヤ、駆動モータ、操舵モータなど）を集約したもので、電源と入力信号を与えることで作動する。操舵モータの作動角度は、任意の操舵角をとるために $\pm 180^\circ$ とした。この駆動モジュールは最少一つで、従動輪との組み合わせにより、任意の方向に移動可能なモビリティを作ることができる。また、駆動モジュールの数を増やすことで機能を向上させることができる。

例えばフリーカスターやオムニホイールのような自在従動輪を四つ、その間に駆動モジュールを二つ配置すれば、超信地旋回（その場旋回）や平行移動などの自在な移動が可能なモビリティができる [Fig. 3(a)]。また、駆動モジュールを四つ用いれば走破性と機動性を併せ持つモビリティとなる [Fig. 3(b)]。

2.3. 走行プラットフォームの構成

走行プラットフォームの構成は、後述する自動配送ロボットを検討した内容を例に説明する。自律移動型モビリティは、作業タスクを完遂するため走行可能領域が広く、段差の乗り越えや狭幅の路地などでも走破可能であることが望ましい。そこで駆動モジュールを四つ車体に配置する構成とし、四輪独立駆動、四輪独立操舵とした。

四輪独立駆動は、坂道や不整地の走行、段差の乗り越えに有効であり、四輪独立操舵は、超信地旋回や平行移動を可能にし、狭路の通過や障害物の回避、縦列駐車のような機体の格納が可能となる。

本検討でのサイズは、モンパルのような電動カートと同等の、幅 700 mm、長さ 1200 mm 以下、質量は 200 kg 以下とした。この寸法の自動配送ロボットであれば、歩行空間でも人の通行を著しく妨げることなく走行でき、エレベータを含めた屋内での移動も可能と考えた。

駆動モジュールは、パッケージングメリットを生かすためメインフレームの四隅に配置した。電源系や電装部品は駆動モジュールの間に集約し、メインフレームの下側に走行に必要な機能部品を全て収めた。自律移動のためのセンサー類、配送ボックスはメインフレームの上側に配置した。

メインフレームは、用途に応じて容易に交換可能な構造

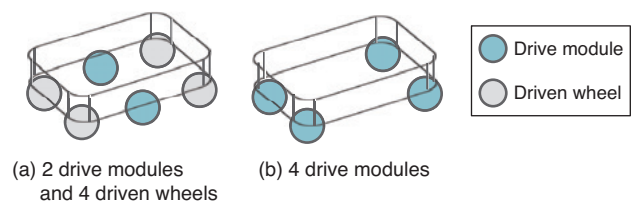


Fig. 3 Example of module layout variations

とすることで、モビリティのサイズの変更や形態の変更に対応できるようにした。例として、監視機能をメインフレーム上側に搭載した警備ロボットや、車体前方または後方には清掃用ブラシや芝刈り用カッターデッキなどの作業部を取り付けた自動作業ロボットへの拡張が想定できる (Fig. 4)。

走行プラットフォームのシステムは、駆動機能と、それを統括する協調制御機能と安全機能で構成した。別途構成する自律移動システムから走行プラットフォームシステムへ指示を与える構成とした (Fig. 5)。

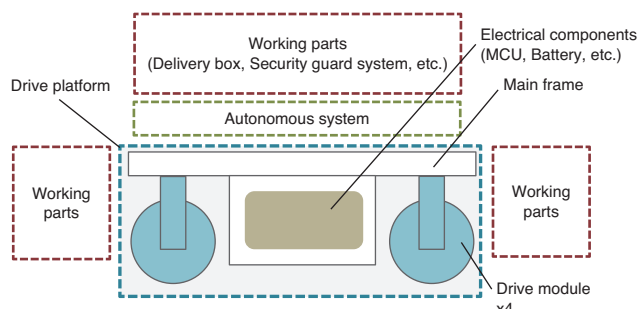


Fig. 4 Layout concept of drive platform

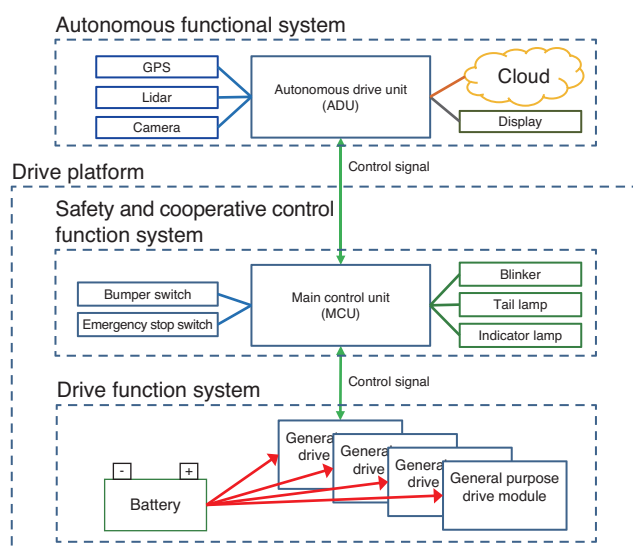


Fig. 5 Control outline diagram

Table 1 Specifications of drive module

Drive motor rated output	150 W
Steering motor maximum torque	38 N·m
Tire (Diameter x Width)	280 x 80 mm
Suspension	Bottom link
Wheel stroke	50 mm
Parking brake	Power off brake

3. 設計と特徴

3.1. 汎用駆動モジュール

前述のコンセプトを実現するための、汎用駆動モジュールの仕様諸元 (Table 1) と部品配置 (Fig. 6) を示す。

汎用駆動モジュールは、(e) タイヤ、(f) 駆動用モータ、停止保持のための (m) 無励磁作動形ブレーキ、それらを固定する (l) スイングアーム、衝撃吸収と接地性向上のための (k) ショックアブソーバ、(j) 操舵用モータ、動力伝達用の (h) ベルト・(i) プーリ、車体への (b) 固定用フランジ付きスピンドル、そしてそれらを支える (c) フレームで構成される。

(e) タイヤは走破性とメンテナンス性を考慮して外径 280 mm、幅 80 mm、ウレタン注入のエアレスタイヤとした。(f) 駆動用モータは減速機内蔵のインホイールタイプの三相ブラシレスモータであり、定格出力は 150 W である。パーキングブレーキとして、リリースレバー付きの (m) 無励磁作動形ブレーキをモータ軸に取り付けた。

これらは (l) スイングアームに固定され、(k) ショックアブソーバと共に (c) フレームに取り付けた。ホイールストロークは 50 mm とした。このサスペンション形式はボトムリンク式サスペンションであり (k) ショックアブソーバが駆動・制動の反力により伸縮する。後述するように、これを利用し加減速時の車体の姿勢変化を抑制することを狙った。

車体への取り付けを簡易化するために、車体への機械的な接続は、モジュールの上部に設けた (b) 固定用フランジ付きスピンドルを、ボルトのみで固定できる構造とした。この (b) 固定用フランジ付きスピンドルを (a) 操舵軸とし、

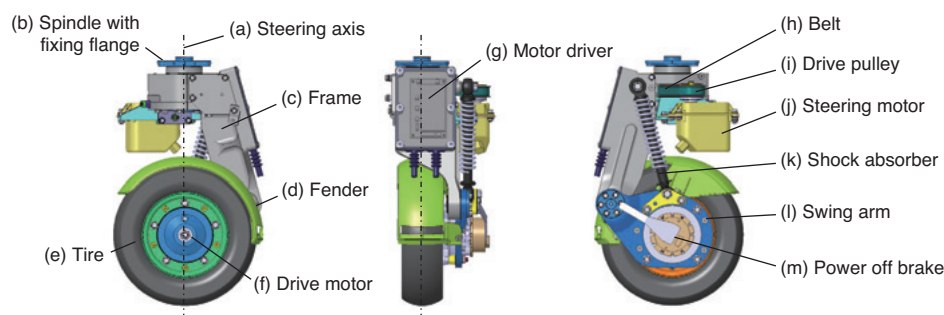


Fig. 6 Design of general purpose drive module

そこに (o) ドリブンプーリを固定した (Fig. 7). (c) フレーム側に固定した (j) 操舵モータに (i) ドライブプーリを取り付け、(h) ベルトでモータのトルクを (o) ドリブンプーリに伝達する。これによりモジュール全体がこの (a) 操舵軸を中心に回転する。

コンパクトなパッケージングを実現するため、(a) 操舵軸は (e) タイヤの前後左右方向の中心を通り、回転軌跡を最小とした。これによりキャスタートレールが無くなり、セルフアライニングトルクが発生せず、操舵力を低く抑えた。

(a) 操舵軸は中空であり、モータなどのワイヤーハーネスはここから車体側へ通線した。(g) 駆動モータ用のモータドライバは (c) フレームに取り付けられ、電源と信号を与えることで作動する。

各構成部品の配置は、コンパクトさと取り付けの容易さを実現するために、操舵モータの取付構造やサスペンションピボット軸の配置を工夫し、底面がタイヤ外径と同等の直径約 300 mm の円筒内に収めた。Fig. 8 に示す円筒に駆動・操舵・緩衝・停止保持の機能が集約されているため、スペース効率に優れている。また、このモジュールを用いたモビリティを開発する際には、設計者は基本的にこの円筒相当のスペースを残しフレームなどを配置すればよく、設計を効率的に進められる。

モジュールを車体に取り付けた後のタイヤのトー角を調整するため、操舵モータの位置制御による電気的な調整に加え、メンテナンス性を考慮し、機械的に調整できる (p) リンクを操舵モータ固定部に設けた。

3.2. 走行プラットフォーム

3.2.1. 構成

走行プラットフォームの主要諸元を Table 2, 外観を Fig. 9 に示す。サイズは、人の歩行空間での使用を前提としているモンパルのような電動カートに相当する。

走行プラットフォームは走破性と機動性を兼ね備えるため、汎用駆動モジュールを 4 個搭載し、四輪独立駆動、四輪独立操舵とした。最高速度は歩行空間での移動を考慮し

Table 2 Specifications of drive platform

Length x Width x Height	1180 x 620 x 530 mm
Rated output	600 W
Maximum speed	6 km/h
Minimum turning radius	700 mm
Step height which can be climbed over	90 mm

で 6 km/h とし、助走無しで乗り越えられる段差の高さは 90 mm である。それぞれの駆動モジュールは $\pm 180^\circ$ の範囲で独立に操舵可能であるため、後述する協調制御機能によ

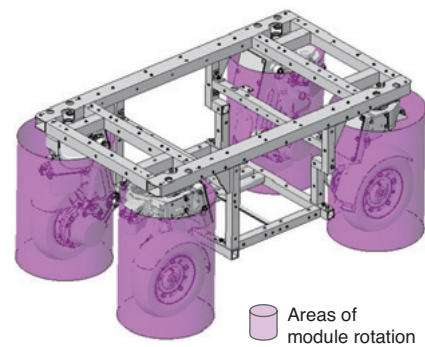


Fig. 8 Areas of module rotation

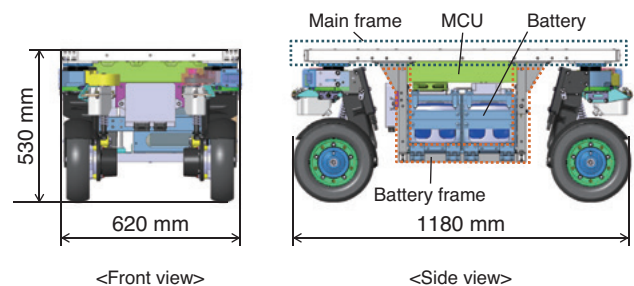


Fig. 9 Layout of drive platform

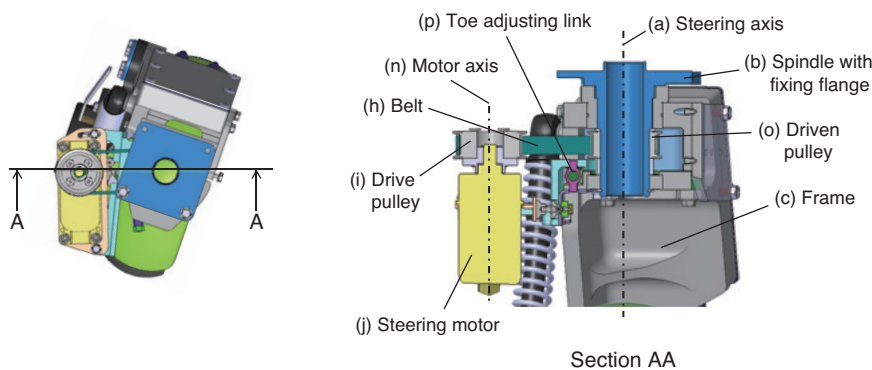


Fig. 7 Cross section of steering axis

り、回転半径 700 mm の超信地旋回 [Fig. 10(a)] や、真横も含めた平行移動 [Fig. 10(b)] が可能である。

駆動モジュールは、スペースを効率的に使うために車体メインフレームの四隅に配置した。また後述する姿勢変化の抑制機構のために、スイングアームのピボット軸が車体中央寄りになるようにした。走行に必要な機能部品は駆動モジュールに集約されているため、バッテリーや MCU、センサ類などのための空間を広くとることができ、メインバッテリーを車体中央の下方に 2 個横並びに配置し、走行用と自律移動機能用の電源を個別に確保できた。サブバッテリーも併せて、車体下方に電源系の部品を集約し、低重心化した。

電源系の構成部品は箱型のバッテリーフレームに収まり、メインフレームに固定される。この箱型フレームは独立した一つの電源モジュールになっており、メインフレームの上方へ配置し走行プラットフォームの形態を変えることも容易である。走行系 MCU は電源系とメインフレームの間の空間に配置した。メインフレームより上に出る部品は無く、車体上面がフラットで、自律移動のためのセンサ類や、荷室など作業部を容易に取り付けられる構造とし、拡張性を持たせた。また、メインフレームは、単体での交換が可能な構造とすることで、ホイールベースやトレッドの拡大に対応可能とした。

3.2.2. 姿勢変化の抑制機構

ボトムリンク式サスペンションは、路面からの駆動・制動反力によりショックアブソーバが伸縮する。これを利用して加減速時の車体前後方向の傾きを抑えることを狙った。Fig. 11 に制動時に車体に働く力の概略を示す。駆動モータによる制動トルクが発生すると、タイヤは路面から制動反力を受ける。この制動反力により車体が減速すると同時に、この力がピボット軸を中心としてスイングアームを回転させようとする。前側の駆動モジュールでは、タイヤを路面に押し付ける力となり、その反力がショックアブソーバを引き伸ばし車体前部を押し上げる力となる。後側の駆動モジュールでは、制動反力がショックアブソーバを縮め、車体後部が沈む。この動きは慣性力によるノーズダイ

ブを緩和し車体の姿勢を安定方向に導く。加速時はこれと反対の動きとなり、同様に姿勢が安定する。

駆動モジュールのスプリングレートやピボット軸位置、各モジュールの取付間隔などは、機構解析ソフト (Adams) を用いて姿勢変化の様子を確認しながら設定した。Fig. 12 に解析モデルを示す。モデル (A) はボトムリンク式サスペンションで、モデル (B) は仮想的にショックアブソーバを直接タイヤに取り付けたリンク無しモデルである。両者の違いはサスペンションの形式のみであり、ホイールレート、質量、重心位置などの各パラメータは同一とした。

Fig. 13 に平地を一定速度で走行中に制動力を与えた際の、車体ピッチ角の解析結果を示す。横軸に時間、縦軸にノーズダイブ方向をマイナスとしたピッチ角をとった。モデル (A) のピッチ角はモデル (B) に対し小さくなっており、狙いの効果が発揮されていることがわかる。

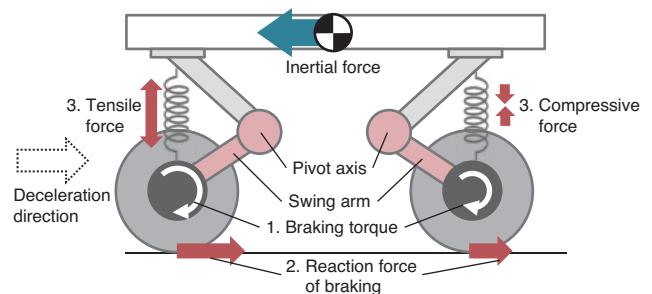
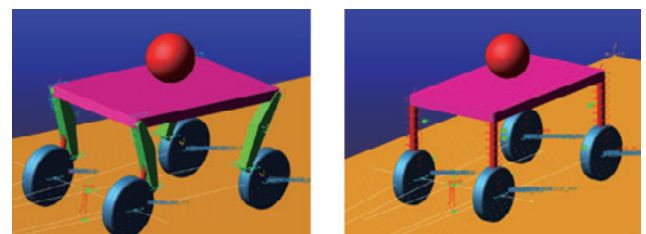


Fig. 11 Force acting on vehicle during deceleration



Model (A): Bottom link

Model (B): No link

Fig. 12 Simulation models of Adams

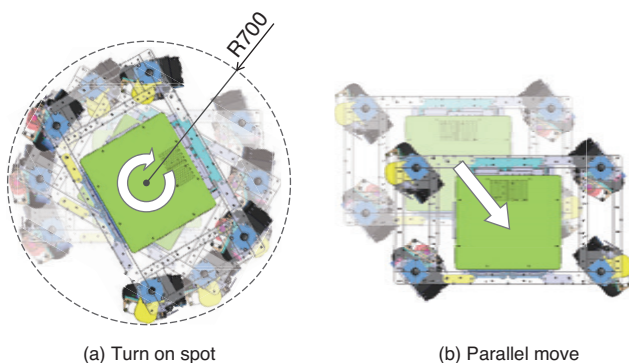


Fig. 10 Maneuverability of drive platform

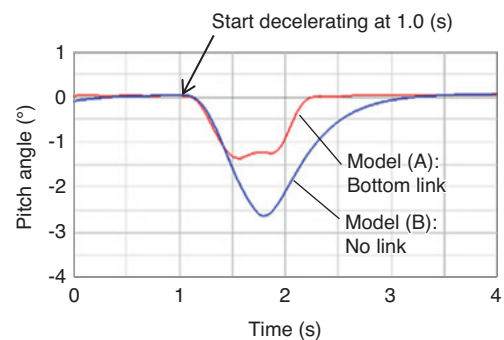


Fig. 13 Simulation result of pitch angle during braking

4. システム構成と特徴

汎用駆動モジュールのブロック図を Fig. 14 に示す。

駆動モジュールには駆動機能と操舵機能のみが搭載され、複雑な制御を担わせることなく最低限必要な機能のみとした。駆動機能と操舵機能はそれぞれ独立し、それぞれに電源を供給し指示を与えることにより作動させることができる。

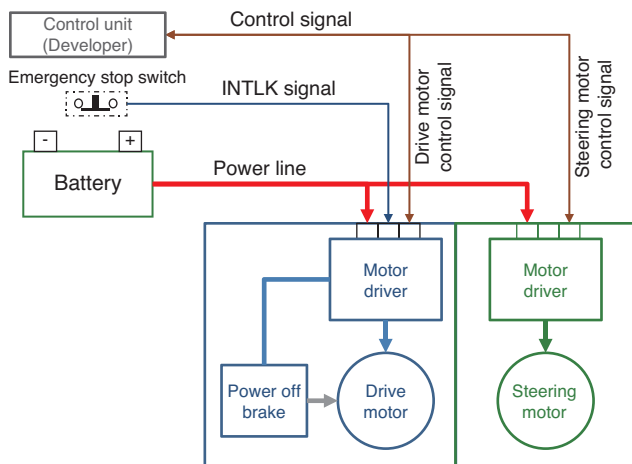


Fig. 14 Block diagram of general purpose drive module

この駆動モジュールを用いた走行プラットフォームのシステムブロック図を Fig. 15 に示す。走行プラットフォームは、駆動モジュールとそれらを統括する MCU と電源で構成される。ここに自律移動機能を有する ADU からの指示を与えることで自律移動可能なモビリティを構成できる。

4.1. 汎用駆動モジュール

4.1.1. 駆動機能

駆動のためのモータとモータドライバ、無励磁作動形ブレーキの三つのブロックで構成され、モータドライバに電源を接続し、コントロールユニットから通信で回転数を指示するだけでモータの回転数はコントロールされる。無励磁作動形ブレーキの ON/OFF はモータドライバが自動で行う。駆動の状態は通信経由でコントロールユニット側にフィードバックしている。

通信による駆動指示とは別に、駆動機能を停止させるインターロック機能があり、それを作動させることで駆動モータを停止できる。Table 3 に駆動機能の諸元を示す。

4.1.2. 操舵機能

操舵力を与えるモータとモータドライバで構成され、電源を接続し操舵指示を与えることで駆動モジュールの操舵機能を操作できる。操舵範囲は $\pm 180^\circ$ とした。ユニット自体は 180° を超えて回転できる構造になっているが、電源

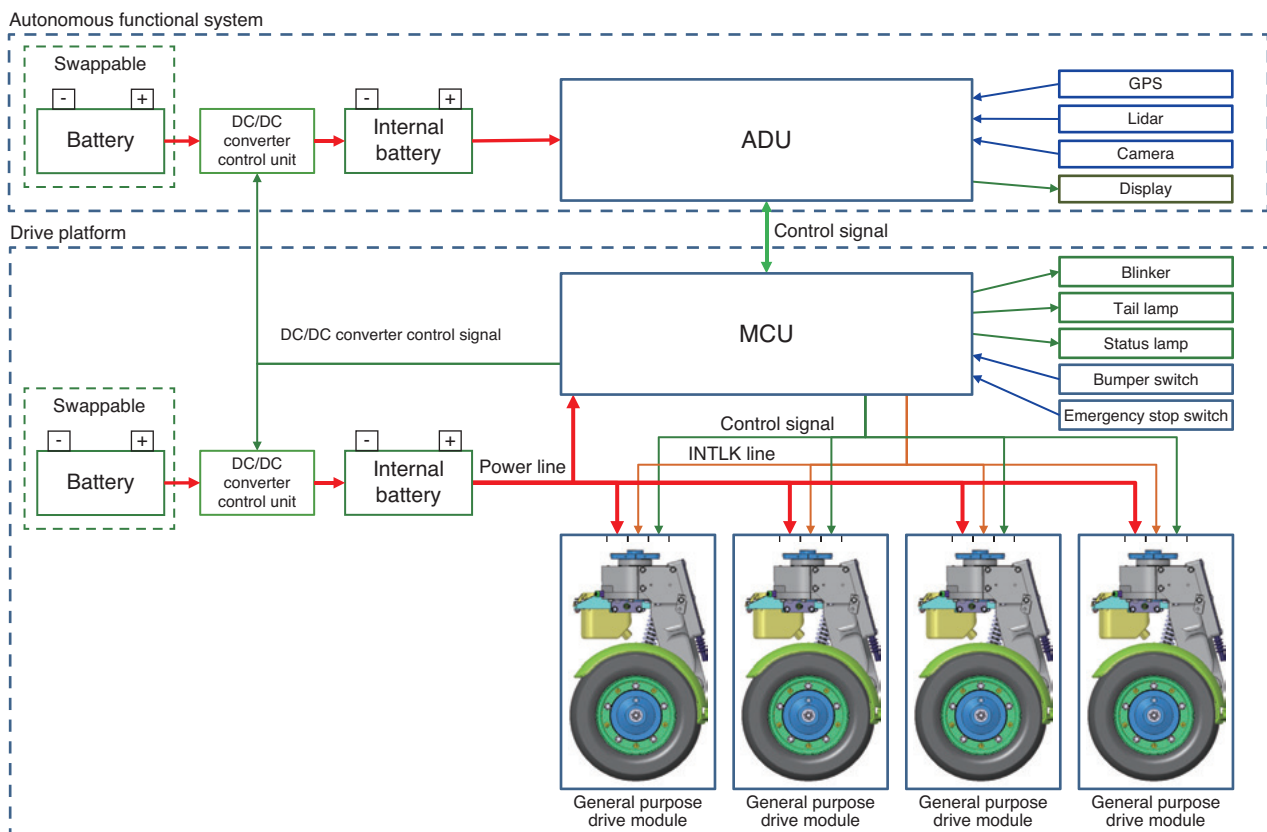


Fig. 15 Block diagram of drive platform

Table 3 Specifications of drive function

Rated output	150 W
Maximum continuous speed	182 rpm
Interface	CAN
Control method	Rotation speed control

Table 4 Specifications of steering function

Steering angle	$\pm 180^\circ$
Steering speed	$90^\circ/\text{s}$
Interface	PPM/CAN

や信号線などのハーネス類が操舵軸の中空シャフトを通して接続されているため、それらを保護するために操舵角を制限した。

駆動機能と同様に、操舵状態を通信経由でコントローラ側にフィードバックしている。Table 4 に操舵機能の諸元を示す。

4.2. 走行プラットフォーム

走行プラットフォームのシステム構成は、前述の駆動モジュールと MCU、電源によって構成されている。

MCU は、自律移動機能を有する ADU からの指示を受け取り、その指示を駆動モジュールへの指示に変換し、各駆動モジュールに指示することで、自律移動可能なモビリティを構成できる。

4.2.1. MCU の監視機能

MCU は、走行プラットフォームの状態及び各駆動モジュールの動作状態を監視している。更に、電源投入後の起動シーケンスなども担い、電源の状態も監視している。

また、MCU は、ADU との通信を担い、監視された内容を ADU に送り、ADU からの走行プラットフォームへの指示を受け取る。この通信の内容と送信周期を MCU が常に監視し、異常がある場合は走行プラットフォームを停止させる。

走行プラットフォームは、安全に停止させるための緊急停止スイッチと、物理的な接触があった際に車体を停止させるためのバンパースイッチを車体全周に備えており、これらスイッチは MCU により監視され、作動した場合は車体を停止させる。

4.2.2. MCU の協調制御機能

MCU は、ADU から走行プラットフォームへ送られた走行指示を、アッカーマン・ジャントー理論に基づき、任意に配置された駆動モジュールの指示に変換する。Fig. 16 に駆動モジュールを四つ車体に配置した場合の、変換に関する概念図を示す。

図は、走行プラットフォームを上から見たイメージであ

る。X 軸は走行プラットフォームの前後方向であり、Y 軸は左右方向、XY の交点は走行プラットフォームの中心である。仮想制御基準 A は X 座標上に設けた仮想のタイヤのイメージであり、B、C、D、E は駆動モジュールのタイヤのイメージである。

Fig. 16(a) に通常旋回の場合の各タイヤの操舵イメージを示す。ADU は、A における仮想タイヤの操舵角を、操舵指示として MCU に送る。MCU は、ADU からの A における操舵指示をもとに、図に示す旋回中心点を算出する。こ

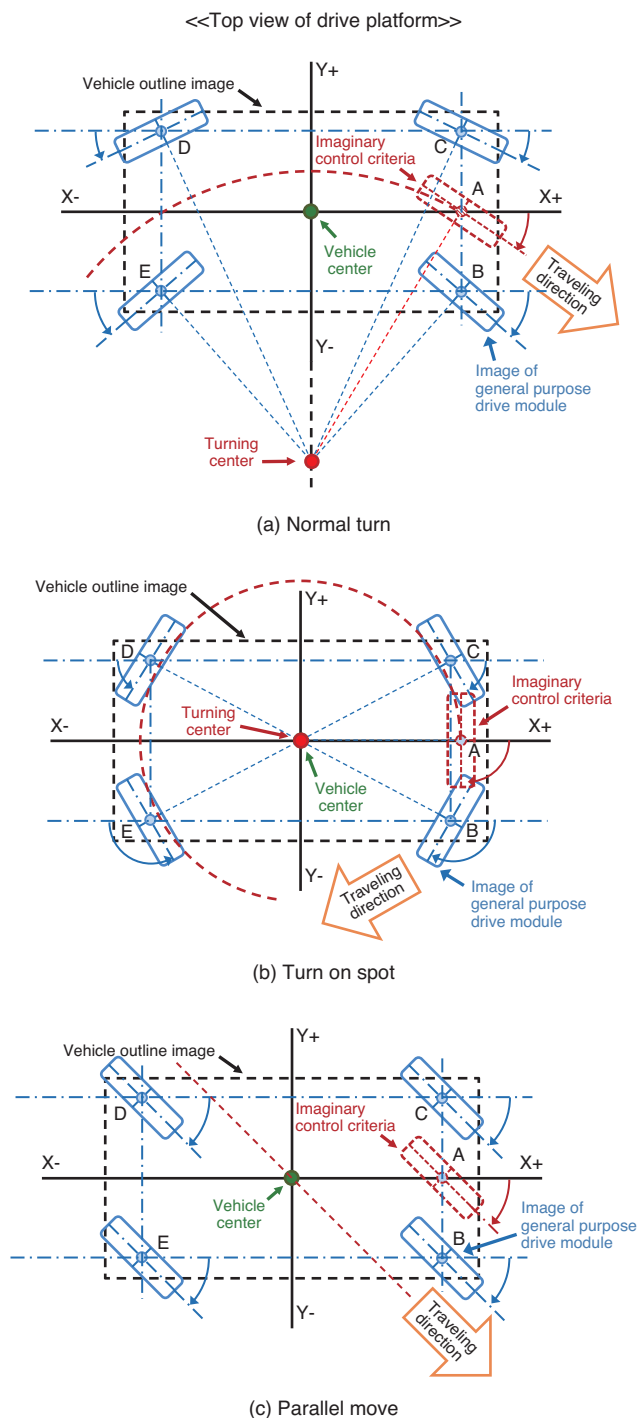


Fig. 16 Schematic chart of cooperative control

の後、各駆動モジュールの操舵角と、旋回中心からの距離に比例した駆動モータへの指示回転数を算出する。この算出された値を各駆動モジュールに指示することで、走行プラットフォームは旋回する。

Fig. 16(b) に超信地旋回の場合を示す。A を X 軸に対して 90° 操舵させることで、旋回中心は走行プラットフォームの中心となる。

Fig. 16(c) に平行移動の場合を示す。各駆動モジュールを同一方向に向けることで平行移動する。

これらの操作を組み合わせることで平行移動中に操舵することも可能であり、その際の計算も MCU が担うことで、走行プラットフォームを自在に操作できる。

このように、MCU が各駆動モジュールへの指示を担うことで、ADU は駆動モジュールの数や配置を考慮する必要がなく、走行プラットフォームを自在に操作できる。

5. 走行実証実験における効果確認

5.1. 自動配送ロボット

Fig. 17 に楽天グループ株式会社（以下、楽天）と共同で開発した自動配送ロボットを示す。このロボットの配送ボックス部分を除く、自律移動機能を搭載した車体部分の開発を Honda が担当しており、前述の走行プラットフォームがベースとなっている。

走行プラットフォームの前後部に自律移動のためのカメラや測距センサー、モニターなどを取り付けた。車体上部に緊急停止スイッチを配置し、車体全周にバンパースイッチを取り付け、作動時にはロボットが停止する。

外装は角を丸くした箱型とし、後尾灯、方向指示器、状態表示灯、バッテリー残量表示器などを視認性とバランスに配慮しつつ配置した。また前方の二つカメラの周りを円形に処理したうえで、環状の反射材を貼ることで、親しみを感じさせるような表情を与え、人のいる歩行空間を走行する際に威圧感を与えないようにすることと、ロボットの前後をわかりやすくすることを狙った。

楽天が開発した配送ボックスは走行プラットフォームのメインフレーム上部の平面に固定した。前述の設計コンセプトどおり、配送ボックスの搭載のため大規模な改修や、

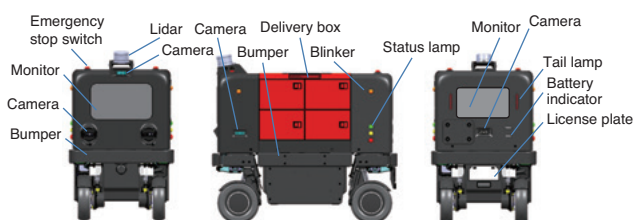


Fig. 17 Autonomous delivery robot developed with Rakuten Group, Inc.

楽天との複雑なすり合わせを必要とせず、短期間の内に自動配送ロボットを仕立てることができた。

5.2. 実走行環境での効果確認

2021 年 7 月 19 日から 8 月 31 日にかけて、Honda と楽天は、国立大学法人筑波大学構内及び一部公道において、共同開発した前述の自動配送ロボットの走行実証実験を、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の助成を受け、実施した。

大学構内の走行ルート上には、点字ブロックや舗装が荒れた箇所があったが、四輪駆動の走破能力とサスペンションにより安定的に走行できた (Fig. 18)。また実験の運用上、舗装路と未舗装路の間にある高さ約 40 mm の縁石を乗り越える必要があったが、そこでスタックすることもなかった。

実験中は安全確保のために、走行中に自動配送ロボットを緊急停止させることが幾度かあった。しかし姿勢変化抑制機構により、姿勢を崩すことなく安定的に停止できた。

超信地旋回 (回転半径約 700 mm) が可能なことで、切り返しのための高度な制御が不要となった。幅が約 2.6 m の道での方向転換 (Fig. 19) では、道の端に置かれた自転車や行き交う歩者がいることにより、実際に旋回に使えるスペースは 2 m 程度しかなく、超信地旋回が有効であった。



Fig. 18 Driving environment on University of Tsukuba campus



Fig. 19 Turning on spot on narrow road (Minimum turning radius: approximately 700 mm)

また、建屋内のロボットの保管場所までの経路には、エレベータや狭い曲がり角があったが、電動カート同等のサイズと四輪独立操舵による小回り性の良さにより、スムーズにロボットを出し入れできた。

このように、不整地や狭路を含んだ実際の走行環境において、自動配送ロボットを効率的に運用できたことにより、走行プラットフォームの有効性を確認した。

6. まとめ

駆動や操舵、緩衝といった走行に必要な機能を集約した汎用駆動モジュールと、それらを統括し、自律移動機能と容易に接続可能な協調制御機能を備えた走行プラットフォームを開発した。

自動配送ロボットの開発では、4個の駆動モジュールを用い、走破性と機動性を兼ね備えた走行プラットフォームとした。走行プラットフォームは上面や前後に機能を付加できるスペースを有し、様々な形態の電動モビリティを作るための拡張性を持たせた。

本走行プラットフォームをベースに、楽天と自動配送ロボットを共同開発し、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の助成を受け、国立大学法人筑波大学で走行実証実験を行った。そこでは、走行プラットフォームが持つ拡張性、自律移動機能との接続性、走破性と機動性が有効であることを確認できた。

今回開発した汎用駆動モジュールや協調制御技術を用いれば、自動配送ロボットに限らず、自動芝刈りロボットや自動清掃ロボットなど、様々な形態の電動モビリティを効率的に作り出せると我々は考えている。多様で実用的な自動化商品をタイムリーに開発し、暮らしの役立ちと喜びを拡大していきたい。

参考文献

- (1) 市川勝久, 廣瀬好寿, 山本隆弘, 山岸善彦, 石川智明: 電動カート「モンパル ML200」の開発, Honda R&D Technical Review, Vol. 18, No. 2, p. 28-35
- (2) 大窪晋, 川西健太, 山村誠, 蟹沢拓哉, 百澤大: ロボット芝刈り機 Miimo HRM3000 の開発, Honda R&D Technical Review, Vol. 30, No. 2, p. 50-56
- (3) 矢口忠博, 後藤芳奈, 阿部允宏, 鳥井貴彦, 三輪あさぎ: Honda WANDER WALKER CONCEPT のデザイン, Honda R&D Technical Review, Vol. 29, No. 1, p. 114-119
- (4) 斉藤陽子, 興石健: 空港案内ロボットシステムの開発とデザイン, Honda R&D Technical Review, Vol. 33, No. 1, p. 1-8
- (5) <https://www.honda.co.jp/news/2021/c210719.html>

■ 著 者 ■



伊藤 淳



増渕 義則