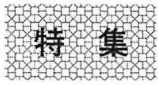


ロボット芝刈機

誌名	農業食料工学会誌 = Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery and Food Engineers
ISSN	2188224X
著者名	高橋, 伸拓
発行元	農業食料工学会
巻/号	77巻1号
掲載ページ	p. 4-8
発行年月	2015年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat





ロボット芝刈機

Robotic Lawn Mower

Nobuhiro TAKAHASHI

キーワード：GPS, 低騒音, 自動充電, 安全

Keywords：GPS, low noise, automatic charging, safety

1. はじめに

緑化管理方法（除草）は、主に刈払機や自走式草刈機が使用されている。ユーザーは農林業、造園業が中心であり、ここで言う雑草の場合は草刈作業をし、集草、搬出という工程となる。一方で、芝生を健康な状態で景観を保ちながら維持管理をすることは難しいと言われている。

芝生の管理には、芝刈と集草だけではなく、エアレーション（表面に穴を開けて通気性を改善する作業）、施肥、サッチ（刈りかす）除去、散水、日当たりのよい環境等等など、景観を保つ為の工数がかかる。特に夏場のシーズンに入り、芝生の生育が早くなると芝刈作業と散水だけでも人手が必要であり、また高温多湿の中での芝刈りという作業の身体的負担は非常に大きいこととなる。

芝刈作業で使用する機械については、狭いエリアであれば手押し式芝刈機で十分である。しかしながら一定以上の広さになると、エンジン搭載の歩行型ロータリ式芝刈機や乗用ロータリ式芝刈機で芝刈作業を行い、刈残し部分を刈払機やトリマーなどで仕上げ作業を行うこととなる。その作業には当然、人が機械を扱うということから発生する怪我のリスク、騒音、コストというものがかかってくることは避けられない。その解決方法のひとつとしてハスクバーナ社は、世界で最初のロボット芝刈機を市場導入した。ハスクバーナ社は、1995～99年に最初のソーラー式ロボット芝刈機および第1世代の自動ロボット芝刈機の実用化に成功し、第2世代、第3世代と進化を遂げて実用化してきた。これらは、数少ない屋外

高橋伸拓

(たかはし のぶひろ)

1970年10月生

旧小松ゼノア株式会社農林機器事業部
入社（現ハスクバーナ・ゼノア株式会社）
販売企画部を経て、

現在、オートモア事業準備室在籍

E-mail：

nobuhiro.takahashi@husqvarnagroup.com



用で実用化されている全自動芝刈ロボットである。今回は実用化した Automower™（オートモア）330Xを紹介する（図1、表1）。

2. 機能特性

(1) GPS システム

オートモアに搭載したGPSシステムは、境界ワイヤおよびガイドワイヤを敷設したガーデンの地図を正確に



図1 Automower™ 330X

表1 Automower™ 330X の諸元

長さ×幅×高さ	72cm×56cm×31cm
質量	13.2kg
刈高・刈幅	2-6cm・24cm
ブレード回転数	2,300rpm
最大許容傾斜	45% (24°)
作業可能面積	3,200m ² /日±20%
バッテリータイプ	リチウムイオン
最大使用時のエネルギー消費量	43kWh/月（作業面積3,200m ² /日）
標準充電時間	50-70分
充電1回当たりの標準運転時間	130-170分
作業時騒音	56dB(A)

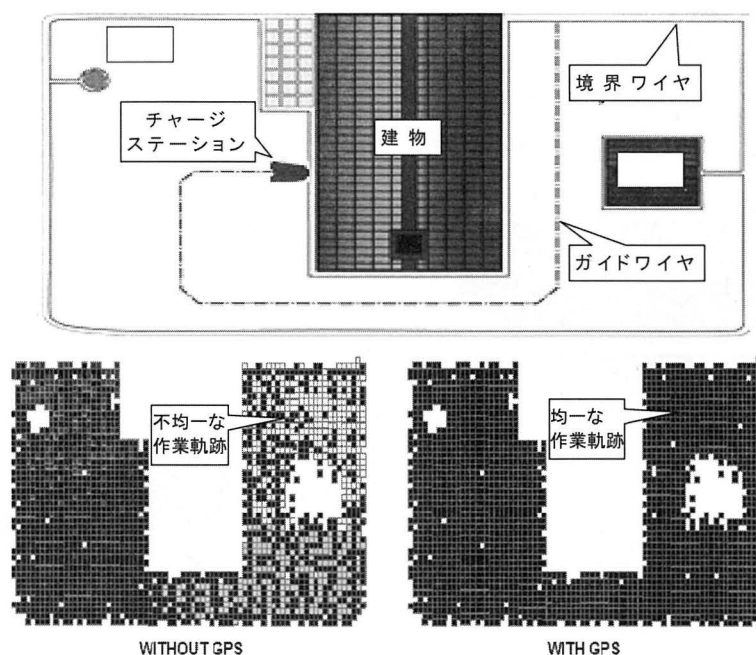


図 2 GPS システムの有無による作業軌跡
(上図：作業範囲，下図：作業軌跡)

作成する。そして把握したガーデン地図を記憶し、芝刈りのパターンを徐々に自動調整していく。この機能により刈残しを無くし、良好な芝刈り結果を得ることが可能となった (図 2)。

オートモアは、一回で僅かしか芝生を刈らず、頻繁に刈ること健康な芝生を育てることをコンセプトとしており、丈夫なカッティングディスクに強い炭素鋼製のカミソリ状ブレードを装備したことで効率的な作業と低エネルギー消費を達成している。

(2) 低騒音

昼夜問わず自動運転させる場合、騒音が発生してしまうと問題となる現場は多い。オートモアは低騒音を実現する為の独自のカッティングシステムを採用している。従来の芝刈機はロータリ式の固定刃を使用するケースが多いが、この機種はフリーのカッター刃を 3 枚使用して低騒音を実現すると同時に、飛び石やモータ軸の破損リスクを低減している。また、軽量化によって長時間稼働、斜面での旋回性能を向上させている (図 3)。

(3) 自動充電

オートモアはバッテリー駆動であり、充電が必要になると、自身で充電ステーション (図 4) に戻る最短ルートを検索する。また、タイマーで設定した稼働時間が終了した場合も同様に自動で充電ステーションへ戻る。なお、充電ステーションへ向かう経路は、ホイール跡が残らないようにプログラムされている。

対象の庭の形状に従って充電ステーションの探索を手動で最適化することも可能である。これにより、稼働時間の延長、無駄な動きを抑制してホイール跡を芝生に残さないことを目的としている。

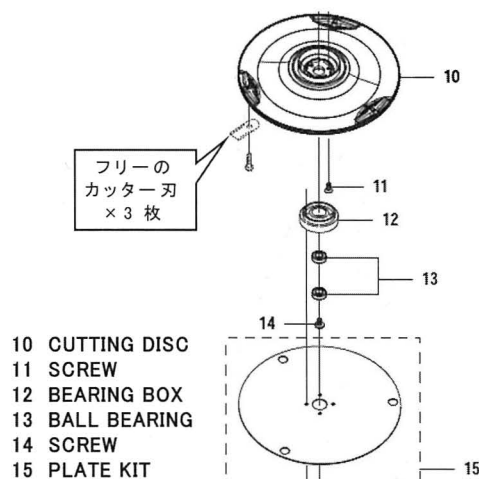


図 3 オートモアのカッティングシステム

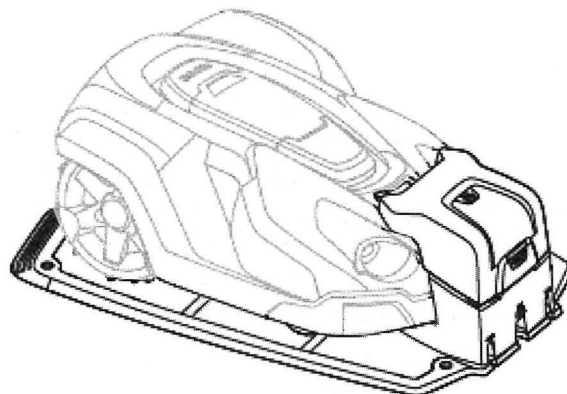


図 4 充電ステーション

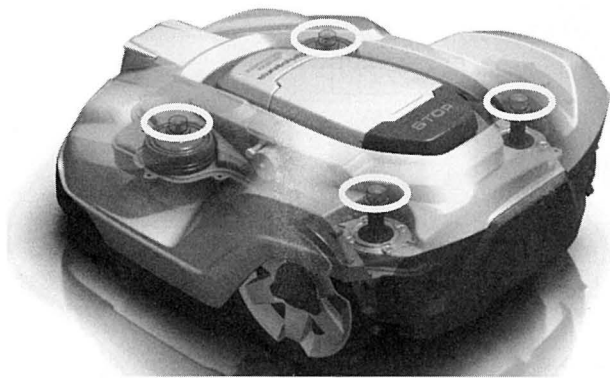


図 5 衝突センサおよびリフトセンサ

(4) 安全

人が芝刈作業を行わないことで怪我のリスクは低減すると考えられるが、オートモアは障害物に当たった場合に方向転換する衝突センサや、持ち上げた時にブレードを瞬時に停止させるリフトセンサ（図5）を内蔵している。また、4桁のPINコードロックと盗難防止アラームによって、使用者以外の第三者が誤って使用することは不可能なプログラムとしている。

(5) 動作パターン

芝刈り動作パターンはランダムで、同じ場所を繰り返し刈らないようにオートモア自体が判断する。オートモアは芝目の線が出ないよう均等な刈り込みを行い、芝が平均より長いと検知したエリアに入ると、自動で動作パターンを変更する。長い芝のあるエリアを集中的に処理するため、スパイラル状の動作パターン（スポットカッティング）をとる（図6）。

また、オートモア本体が障害物に衝突すると、反転し新しい方向を選択する。境界ワイヤに近づくと、前部と後部にあるセンサがワイヤを検知し、境界ワイヤを最大32cm越えてから向きを変えることで、刈り残しを低減させる設定とした（図7）。

(6) 天候耐性・走行性

天候耐性としては雨でも全く問題はないが、本体の水没は避けなくてはならない。降雪時は雪がホイールやブレード内部で固まる可能性がある為、基本的に芝生の成長が止まる冬季はメンテナンス時期として屋内保管する事が推奨される。

オートモアのホイールは接地面が大きく、滑りやすい芝生でも優れた駆動力を発揮する。傾斜センサと独立モータ駆動により、傾斜勾配が最大45%でも作業可能である。斜面での芝刈作業は危険であり、また同時に作業員にとっては重労働であるが、オートモアはその課題を解決することが可能である。

(7) 境界ワイヤ設置方法

境界ワイヤは、次のいずれかの方法で設置可能である。

① ワイヤをベグで地面に固定

使用開始から数週間以内に境界ループを調整する場合

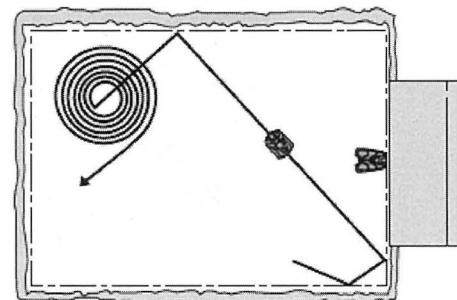
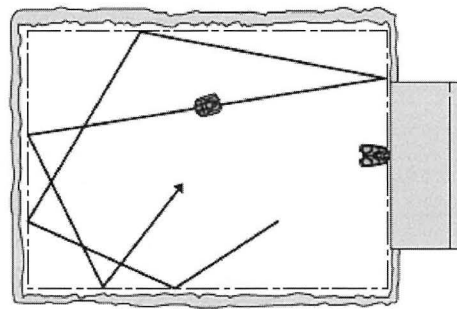


図 6 動作パターン（上図：通常時（ランダム）、下図：スパイラルカッティング）

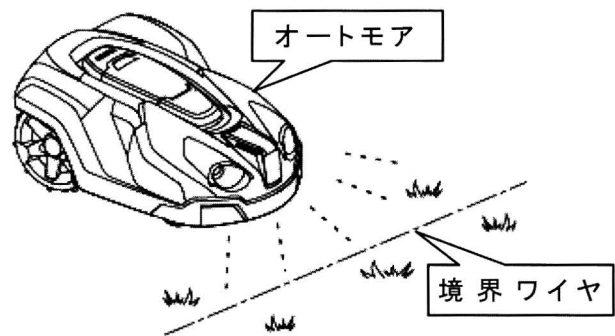


図 7 境界ワイヤの検知

は、境界ワイヤを固定するのが望ましい。理由は数週間後に芝が成長してワイヤの位置よりも高くなり、ワイヤが見えなくなるからである。ワイヤはハンマ（プラスチック製小植）と付属のベグを使用して設置する。

② ワイヤを埋設

地表に境界ワイヤがあるとサッチ除去やエアレーションの障害になる。オートモアは埋設した境界ワイヤを検知できるため、作業の障害とならないように境界ワイヤの埋設が可能である。境界ワイヤの設置方法は、一部をベグで固定して残りは埋設するなど、使用環境に応じて組み合わせることができる。ワイヤは、最大20cmの深さに埋設できる。

境界ワイヤはオートモアの作業エリアを取り囲むようにループ状に設置するが、作業エリア全体のどの地点においてもワイヤからの距離が35mを超えないようにし、かつワイヤの全長を800m以下にする必要がある。

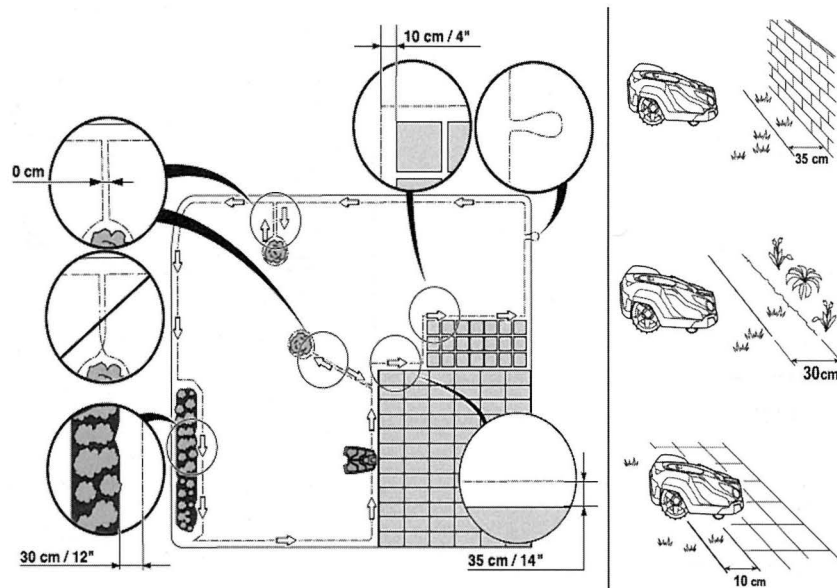


図 8 障害物がある場合の境界ワイヤ設置例

図 8 に障害物がある場合の設置例を示す。壁やフェンスなどによって作業エリアが区切られている場合、障害物から 35 cm の場所に境界ワイヤを敷設する。これにより、固定障害物の周辺約 20 cm の芝は刈られず、オートモアと障害物との衝突が避けられる。

作業エリアが花壇のような小さな溝や、低い縁石 (3~5 cm) などによって区切られている場合、境界ワイヤを障害物から 30 cm の場所に敷設する。これにより、固定障害物の周辺約 15 cm の芝は刈られず、車輪が溝に落ちたり、縁石に乗り上げたりすることが避けられる。

作業エリアの境界が芝生と同じ高さの敷石の通路に接している場合、オートモアはその通路を少し乗り越えることができるため、境界ワイヤを通路の端から約 10 cm の場所に敷設すると、通路側面に沿って刈り取りができる。

図 9 に作業エリアに勾配がある場合の境界ワイヤ設置例を示す。オートモアは勾配のきつい斜面では方向転換が難しいため、勾配が 10% を超える斜面では境界ワイヤの敷設は推奨されない。ただし、フェンスや厚い生垣などオートモアが衝突しても支障のない固定障害物がある場合は、勾配が 10% を超える斜面でも境界ワイヤを敷設することができる。なお、オートモアは勾配が 45% 以下であれば芝を刈ることが可能だが、勾配が 45% よりも大きい区域は境界ワイヤで隔離することが必要となる。また、作業エリアの外縁の一辺が 10% より傾斜している場合、その斜面を隔離するため、斜面が始まる手前側の約 35 cm の場所に境界ワイヤを敷設する必要がある。

オートモアの性能を十分に発揮するためには、境界ワイヤの設置で稼働環境が決まるので、事前に調査、測量を行い、正確な図面を作成することが重要となる。

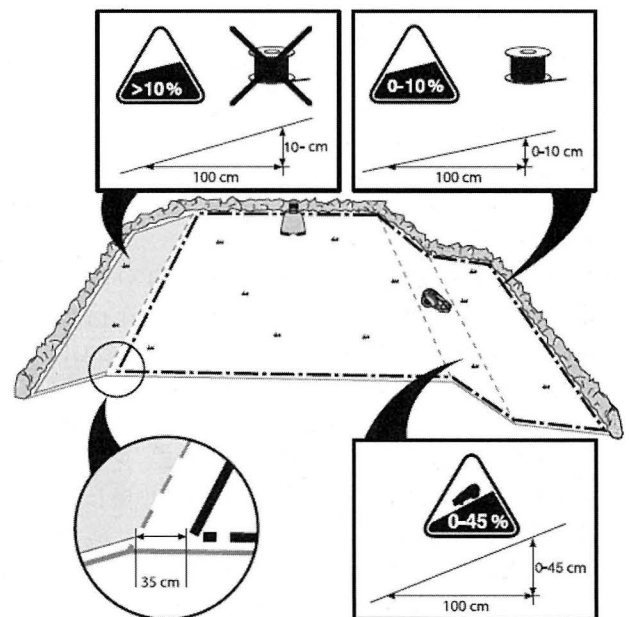


図 9 傾斜地での境界ワイヤ設置例

(8) コントロールパネル

オートモアのコマンドおよび設定は、コントロールパネル上のメインメニューから全ての機能にアクセスが可能である。コントロールパネルは、ディスプレイとキーボードで構成され、全ての情報はディスプレイに表示される (図 10)。

STOP ボタンを押してハッチを開くとスタートページが現れ、停止前に実行されていた操作 (MOWING (芝刈り中) や SEARCHING (探索中) など) が表示される。メインスイッチをオンにした直後など特定の操作モードではない場合は、READY (準備完了) と現在の日時が表



図 10 コントロールパネルの位置と表示例

示される。

ECO モードに設定されている場合は、ECO マークが表示される。GPS ナビゲーションが有効になっている場合は、衛星記号が表示され、測位に十分な数の GPS 衛星と交信している場合は記号 A が、衛星数が不足している場合は記号 B が表示される。刈高の設定条件は、スケールと数値で表示される。運転時間数は、芝刈りの稼働時間およびチャージステーションの探索に要した時間の積算値を表示している。

メインメニュー (図 11) は、① タイマー、② 刈高調整、③ セキュリティ設定、④ メッセージ、⑤ 天候タイマー、⑥ 設置設定、⑦ 装置設定、⑧ アクセサリ、で構成

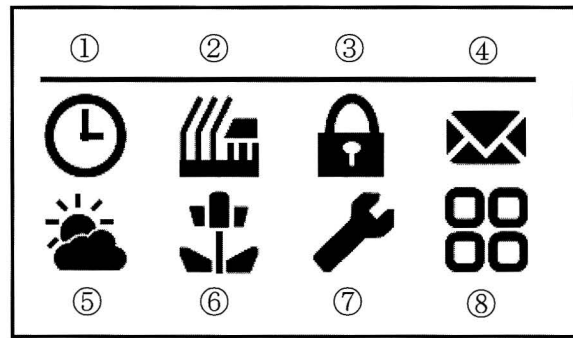


図 11 メインメニュー

される。

刈高調整はパネル操作だけで設定可能となっており、工具も必要なく、季節や成長に合わせた設定が簡単にできる。

(9) ECO 機能

ECO モードはオートモアが芝刈りしていない時間、例えば充電中やタイマー設定のために稼働していない時に境界ワイヤ、ガイドワイヤ、チャージステーションでループ信号を自動的にオフする機能である。ECO モードは、特定のヒアリングループ (聴覚障害者用の補聴器を補助する放送設備; 磁気誘導ループ) またはガレージの自動ドアなど、オートモアと互換性のない無線装置がある環境での使用に適している。ECO モードによってループ信号をオフにすると、オートモアはチャージステーション内でのみ始動でき、作業エリアでは始動できない設定となっている。

3. 今後の展望と緑化管理の新たな姿

今後の緑化管理のロボット技術 (自動化技術) は、各メーカーが参入し競争は激化すると考えられる。おそらく芝だけではなく、雑草を自動で管理するロボットの開発も進み、近い将来には実用化されると推測される。我々メーカーとして重要なことは、これまでの長い期間蓄積された研究開発のノウハウや市場ニーズを活用した製品開発を継続的に行うことである。