(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年6月15日(15.06.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/106158 A1

(51) 国際特許分類:
A01B 69/00 (2006.01) *G01C 21/34* (2006.01)
G05D 1/02 (2020.01) *G06Q 50/02* (2012.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/043810

(22) 国際出願日： 2022年11月28日(28.11.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

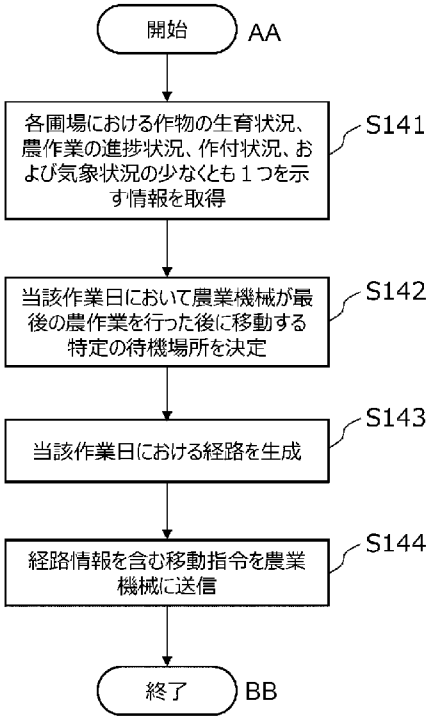
(30) 優先権データ：
特願 2021-197898 2021年12月6日(06.12.2021) JP
特願 2021-197899 2021年12月6日(06.12.2021) JP

(71) 出願人: 株式会社クボタ (**KUBOTA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒5568601 大阪府大阪市浪速区敷津東1丁目2番47号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 久保田 祐樹 (**KUBOTA, Yuki**); 〒5900908 大阪府堺市堺区匠町1番地11 株式会社クボタ グローバル技術研究所内 Osaka (JP). 反甫 透 (**TAMBO, Toru**); 〒5900908 大阪府堺市堺区匠町1番地11 株式会社クボタ グローバル技術研究所内 Osaka (JP). 大久保 樹 (**OKUBO, Itsuki**); 〒5900908 大阪府堺市堺区匠町1番地11 株式会社クボタ グローバル技術研究所内 Osaka (JP). 太田 一輝 (**OTA, Kazuki**); 〒5900908 大阪府堺市堺区匠町1番地11 株式会社クボタ グローバル技術研究所内 Osaka (JP).

(54) **Title:** ROUTE PLANNING SYSTEM FOR AUTOMATICALLY OPERATED FARM MACHINE

(54) 発明の名称： 自動運転を行う農業機械のための経路計画システム



S141 Obtain information indicating at least one of growth situation of crops in each field, progress situation of farm work, planting situation, and weather condition
S142 Determine specific stand-by site to which farm machine is to be moved after the last farm work of working day
S143 Generate route for working day
S144 Transmit moving command including route information to farm machine
AA Start
BB End

(57) **Abstract:** This route planning system for an automatically operated farm machine comprises: a storage device that stores a map including a plurality of fields, a plurality of stand-by sites, and roads connecting the plurality of fields with the plurality of stand-by sites; and a processing device that generates a route on the map for each working day of the farm machine. The processing device determines, on the basis of information indicating at least one of the growth situation of crops in the plurality of fields, the progress situation of farm work in the plurality of fields, the planting situation in

WO 2023/106158 A1

[続葉有]

(74) 代理人: 奥田 誠司 (OKUDA Seiji); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目８番１６号 大阪証券取引所ビル１０階 奥田国際特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

the plurality of fields, and the weather condition, a specific stand-by site to which the farm machine is to be moved after completing the last farm work of each working day, from among the plurality of stand-by sites, and generates a route from the field where the last farm work takes place to the specific stand-by site.

(57) 要約：経路計画システムは、自動運転を行う農業機械のための経路計画システムであって、複数の圃場、複数の待機場所、および前記複数の圃場と前記複数の待機場所とを結ぶ道を含む地図を記憶する記憶装置と、前記地図上における前記農業機械の各作業日における経路を生成する処理装置と、を備える。前記処理装置は、前記複数の圃場における作物の生育状況、前記複数の圃場における農作業の進捗状況、前記複数の圃場における作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す情報に基づいて、各作業日において前記農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、前記複数の待機場所の中から決定し、前記最後の農作業が行われる圃場から前記特定の待機場所までの経路を生成する。

明　細　書

発明の名称 ： 自動運転を行う農業機械のための経路計画システム

技術分野

[0001] 本開示は、自動運転を行う農業機械のための経路計画システムに関する。

背景技術

[0002] 圃場で使用される農業機械の自動化に向けた研究開発が進められている。例えば、ＧＮＳＳ（Global Navigation Satellite System）などの測位システムを利用して圃場内を自動で走行するトラクタ、コンバイン、および田植機などの作業車両が実用化されている。圃場内だけでなく、圃場外でも自動で走行する作業車両の研究開発も進められている。

[0003] 特許文献１および２は、道路を挟んで互いに離れた２つの圃場間で無人の作業車両を自動走行させるシステムの例を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０２１－０７３６０２号公報

特許文献2：特開２０２１－０２９２１８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本開示は、自動運転を行う農業機械の経路計画をより効率的に行うための技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様による経路計画システムは、自動運転を行う農業機械のための経路計画システムである。前記経路計画システムは、複数の圃場、複数の待機場所、および前記複数の圃場と前記複数の待機場所とを結ぶ道を含む地図を記憶する記憶装置と、前記地図上における前記農業機械の各作業日における経路を生成する処理装置と、を備える。前記処理装置は、前記複数の圃場における作物の生育状況、前記複数の圃場における農作業の進捗状況、

前記複数の圃場における作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す情報に基づいて、各作業日において前記農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、前記複数の待機場所の中から決定し、前記最後の農作業が行われる圃場から前記特定の待機場所までの経路を生成する。

[0007] 本開示の他の態様による経路計画システムは、複数の地域に跨って自動運転を行う農業機械のための経路計画システムである。前記経路計画システムは、前記複数の地域を含む領域の地図を記憶する記憶装置と、処理装置とを備える。前記処理装置は、前記農業機械によって実行される農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報に基づいて、前記農業機械が前記複数の地域の各々において前記農作業を実行する時期を決定し、地域ごとに決定した前記時期に、前記農業機械が前記農作業を実行するように、前記地図上における前記農業機械の経路を生成する。

[0008] 本開示の包括的または具体的な態様は、装置、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム、もしくはコンピュータが読み取り可能な非一時的記憶媒体、またはこれらの任意の組み合わせによって実現され得る。コンピュータが読み取り可能な記憶媒体は、揮発性の記憶媒体を含んでいてもよいし、不揮発性の記憶媒体を含んでいてもよい。装置は、複数の装置で構成されていてもよい。装置が２つ以上の装置で構成される場合、当該２つ以上の装置は、１つの機器内に配置されてもよいし、分離した２つ以上の機器内に分かれて配置されていてもよい。

発明の効果

[0009] 本開示の実施形態によれば、自動運転を行う農業機械の経路計画をより効率的に行うことが可能になる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の例示的な第１の実施形態による農業管理システムの概要を説明するための図である。

[図2]作業車両、および作業車両に連結されたインプルメントの例を模式的に示す側面図である。

[図3]作業車両およびインプルメントの構成例を示すブロック図である。

[図4]ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる測位を行う作業車両の例を示す概念図である。

[図5]キャビンの内部に設けられる操作端末および操作スイッチ群の例を示す図である。

[図6]管理装置および端末装置のハードウェア構成を例示するブロック図である。

[図7]圃場内を目標経路に沿って自動で走行する作業車両の例を模式的に示す図である。

[図8]自動運転時の操舵制御の動作の例を示すフローチャートである。

[図9A]目標経路Ｐに沿って走行する作業車両の例を示す図である。

[図9B]目標経路Ｐから右にシフトした位置にある作業車両の例を示す図である。

[図9C]目標経路Ｐから左にシフトした位置にある作業車両の例を示す図である。

[図9D]目標経路Ｐに対して傾斜した方向を向いている作業車両の例を示す図である。

[図10]複数の作業車両が圃場の内部および圃場の外側の道を自動走行している状況の例を模式的に示す図である。

[図11]端末装置に表示される設定画面の一例を示す図である。

[図12]管理装置によって作成される農作業のスケジュールの例を示す図である。

[図13]経路計画時に参照される地図の一例を示す図である。

[図14]大域的経路の一例を示す図である。

[図15]大域的経路の他の例を示す図である。

[図16]障害物が存在する環境で生成される大域的経路および局所的経路の一例を示す図である。

[図17]複数の待機場所を含む地域の地図の他の例を示す図である。

[図18]待機場所と圃場との対応関係を示すテーブルの一例を示す図である。

[図19]待機場所と圃場との対応関係を明示した地図の一例を示す図である。

[図20]各圃場における作物の生育状況を管理するテーブルの一例を示す図である。

[図21]図２０に示す例に対応する複数の圃場の作業日の分布の例を示すテーブルである。

[図22]各圃場における農作業の進捗状況を管理するテーブルの一例を示す図である。

[図23]図２２に示す例に対応する複数の圃場の作業日の分布の例を示す図である。

[図24]作付け情報と、各待機場所に属する圃場の数との対応関係の例を示す図である。

[図25]図２４に示す例に対応する複数の圃場の作業日の分布を示す図である。

[図26]各作業日における気象状況と特定の待機場所との関係の例を示す図である。

[図27]図２６に示す例において農作業が行われる日と、選択される特定の待機場所の例を示す図である。

[図28]管理装置による動作の例を示すフローチャートである。

[図29]本開示の例示的な第２の実施形態による農業管理システムの概要を説明するための図である。

[図30]管理装置によって実行される動作の一例を示すフローチャートである。

[図31]農業機械が移動する領域の一例を示す図である。

[図32]農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報の一例を示す図である。

[図33]農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報の他の例を示す図である。

[図34]各農作業の作業計画の一例を示す図である。

[図35]端末装置に表示される設定画面の一例を示す図である。

[図36]経路計画時に参照される地図の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] （用語の定義）

本開示において「農業機械」は、農業用途で使用される機械を意味する。農業機械の例は、トラクタ、収穫機、田植機、乗用管理機、野菜移植機、草刈機、播種機、施肥機、農業用ドローン、および農業用移動ロボットを含む。トラクタのような作業車両が単独で「農業機械」として機能する場合だけでなく、作業車両に装着または牽引される作業機（インプルメント）と作業車両の全体が１つの「農業機械」として機能する場合がある。農業機械は、圃場内の地面に対して、耕耘、播種、防除、施肥、作物の植え付け、または収穫などの農作業を行う。これらの農作業を「対地作業」または単に「作業」と称することがある。車両型の農業機械が農作業を行いながら走行することを「作業走行」と称することがある。

[0012] 「自動運転」は、運転者による手動操作によらず、制御装置の働きによって農業機械の移動を制御することを意味する。自動運転を行う農業機械は「自動運転農機」または「ロボット農機」と呼ばれることがある。自動運転中、農業機械の移動だけでなく、農作業の動作（例えば作業機の動作）も自動で制御されてもよい。農業機械が車両型の機械である場合、自動運転によって農業機械が走行することを「自動走行」と称する。制御装置は、農業機械の移動に必要な操舵、移動速度の調整、移動の開始および停止の少なくとも１つを制御し得る。作業機が装着された作業車両を制御する場合、制御装置は、作業機の昇降、作業機の動作の開始および停止などの動作を制御してもよい。自動運転による移動には、農業機械が所定の経路に沿って目的地に向かう移動のみならず、追尾目標に追従する移動も含まれ得る。自動運転を行う農業機械は、部分的にユーザの指示に基づいて移動してもよい。また、自動運転を行う農業機械は、自動運転モードに加えて、運転者の手動操作によって移動する手動運転モードで動作してもよい。手動によらず、制御装置の働きによって農業機械の操舵を行うことを「自動操舵」と称する。制御装置の一部または全部が農業機械の外部にあってもよい。農業機械の外部にある

制御装置と農業機械との間では、制御信号、コマンド、またはデータなどの通信が行われ得る。自動運転を行う農業機械は、人がその農業機械の移動の制御に関与することなく、周囲の環境をセンシングしながら自律的に移動してもよい。自律的な移動が可能な農業機械は、無人で圃場内または圃場外（例えば道路）を走行することができる。自律移動中に、障害物の検出および障害物の回避動作を行ってもよい。

[0013] 「作業計画」は、農業機械によって実行される１つ以上の農作業の予定を定めるデータである。作業計画は、例えば、農業機械によって実行される農作業の順序および各農作業が行われる圃場を示す情報を含み得る。作業計画は、各農作業が行われる予定の日および時刻の情報を含んでいてもよい。各農作業が行われる予定の日および時刻の情報を含む作業計画を、特に「作業スケジュール」または単に「スケジュール」と称する。作業スケジュールは、各作業日に行われる各農作業の開始予定時刻および／または終了予定時刻の情報を含み得る。作業計画あるいは作業スケジュールは、農作業ごとに、作業の内容、使用されるインプルメント、および／または、使用される農業資材の種類および分量などの情報を含んでいてもよい。ここで「農業資材」とは、農業機械が行う農作業で使用される物資を意味する。農業資材を単に「資材」と呼ぶことがある。農業資材は、例えば農薬、肥料、種、または苗などの、農作業によって消費される物資を含み得る。作業計画は、農業機械と通信して農作業を管理する処理装置、または農業機械に搭載された処理装置によって作成され得る。処理装置は、例えば、ユーザ（農業経営者または農作業者など）が端末装置を操作して入力した情報に基づいて作業計画を作成することができる。本明細書において、農業機械と通信して農作業を管理する処理装置を「管理装置」と称する。管理装置は、複数の農業機械の農作業を管理してもよい。その場合、管理装置は、複数の農業機械の各々が実行する各農作業に関する情報を含む作業計画を作成してもよい。作業計画は、各農業機械によってダウンロードされ、記憶装置に格納され得る。各農業機械は、作業計画に従って、予定された農作業を実行するために、自動で圃場

に向かい、農作業を実行することができる。

[0014] 「環境地図」は、農業機械が移動する環境に存在する物の位置または領域を所定の座標系によって表現したデータである。環境地図を単に「地図」または「地図データ」と称することがある。環境地図を規定する座標系は、例えば、地球に対して固定された地理座標系などのワールド座標系であり得る。環境地図は、環境に存在する物について、位置以外の情報（例えば、属性情報その他の情報）を含んでいてもよい。環境地図は、点群地図または格子地図など、さまざまな形式の地図を含む。環境地図を構築する過程で生成または処理される局所地図または部分地図のデータについても、「地図」または「地図データ」と呼ぶ。

[0015] 「大域的経路」（global path）は、経路計画を行う処理装置によって生成される、農業機械が自動で移動するときの出発地点から目的地点までを結ぶ経路のデータを意味する。大域的経路を生成することを大域的経路計画（global path planning）と称する。以下の説明において、大域的経路を「目標経路」または単に「経路」とも称する。大域的経路は、例えば、農業機械が通過すべき複数の点の座標値によって規定され得る。農業機械が通過すべき点を「ウェイポイント」と称し、隣り合うウェイポイント間を結ぶ線分を「リンク」と称する。

[0016] 「局所的経路」（local path）は、大域的経路に沿って農業機械が自動で移動するときに逐次生成される、障害物を回避可能な局所的な経路を意味する。局所的経路を生成することを局所的経路計画（local path planning）と称する。局所的経路は、農業機械が移動している間に、農業機械が備える１つ以上のセンシング装置によって取得されたデータに基づいて逐次生成される。局所的経路は、大域的経路の一部に沿った複数のウェイポイントによって規定され得る。ただし、大域的経路の付近に障害物が存在する場合、その障害物を迂回するようにウェイポイントが設定され得る。局所的経路におけるウェイポイント間のリンクの長さは、大域的経路におけるウェイポイント間のリンクの長さよりも短い。局所的経路を生成する装置は、大域的経路を

生成する装置と同一でもよいし、異なっていてもよい。例えば、農業機械による農作業を管理する管理装置が大域的経路を生成し、農業機械に搭載された制御装置が局所的経路を生成してもよい。

[0017] 「待機場所」は、農業機械が農作業を行わない間、待機するために設けられる場所である。農業機械が自動運転を行う環境中に、１つ以上の待機場所が設けられ得る。待機場所は、例えば、倉庫、車庫、納屋、駐車場、またはその他の施設であり得る。待機場所は、複数のユーザが共同で管理または使用する場所であってもよい。待機場所は、農業機械のユーザとは異なる農業従事者の自宅または事業所における倉庫、納屋、車庫、または駐車場であってもよい。あるいは、待機場所は、ユーザに自動運転農機を貸し出すサービスを提供する事業者が運営する場所であってもよい。農業機械が移動する環境中に複数の待機場所が点在していてもよい。待機場所において、農業機械の部品もしくはインプルメントの交換もしくはメンテナンス、または資材の補充などの作業が行われてもよい。その場合、待機場所には、それらの作業に必要な部品、工具類、または資材が配置され得る。

[0018] （実施形態）

以下、本開示の実施形態を説明する。ただし、必要以上に詳細な説明は省略することがある。例えば、既によく知られた事項の詳細な説明および実質的に同一の構成に関する重複する説明を省略することがある。これは、以下の説明が不必要に冗長になることを避け、当業者の理解を容易にするためである。なお、発明者は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。以下の説明において、同一または類似の機能を有する構成要素については、同一の参照符号を付している。

[0019] 以下の実施形態は例示であり、本開示の技術は以下の実施形態に限定されない。例えば、以下の実施形態で示される数値、形状、材料、ステップ、ステップの順序、表示画面のレイアウトなどは、あくまでも一例であり、技術

的に矛盾が生じない限りにおいて種々の改変が可能である。また、技術的に矛盾が生じない限りにおいて、一の態様と他の態様とを組み合わせることが可能である。

[0020] 以下、農業機械の一例であるトラクタなどの作業車両に本開示の技術を適用した実施形態を主に説明する。本開示の技術は、トラクタなどの作業車両に限らず、他の種類の農業機械にも適用することができる。例えば、農業機械は、農業用ドローン、すなわち無人航空機（Unmanned Arial Vehicle：ＵＡＶ）であってもよい。農業用ドローンは、播種、肥料散布、または農薬散布などの、空中から実行可能な農作業に利用され得る。農業用ドローンは、空中から作物の生育状況をセンシングする用途で使用されてもよい。そのようなドローンも本開示における農業機械に該当する。

[0021] （実施形態１）

図１は、本開示の例示的な実施形態による農業管理システムの概要を説明するための図である。図１に示す農業管理システムは、農業機械１００と、端末装置４００と、管理装置６００とを備える。端末装置４００は、農業機械１００のユーザが使用するコンピュータである。管理装置６００は、農業管理システムを運営する事業者が管理するコンピュータである。農業機械１００、端末装置４００、および管理装置６００は、ネットワーク８０を介して互いに通信することができる。図１には１台の農業機械１００が例示されているが、農業管理システムは、複数の農業機械を含んでいてもよい。

[0022] 本実施形態における農業機械１００はトラクタである。農業機械１００は、トラクタ以外の作業車両または他の種類の農業機械であってもよい。農業機械１００は、後部および前部の一方または両方にインプルメントを装着することができる。農業機械１００は、インプルメントの種類に応じた農作業を行いながら圃場内を走行することができる。農業機械１００は、インプルメントを装着しない状態で圃場内または圃場外を走行してもよい。

[0023] 農業機械１００は、自動運転機能を備える。すなわち、農業機械１００は、手動によらず、制御装置の働きによって走行することができる。本実施形

態における制御装置は、農業機械１００の内部に設けられ、農業機械１００の速度および操舵の両方を制御することができる。農業機械１００は、圃場内に限らず、圃場外（例えば道路）を自動走行することもできる。

[0024] 農業機械１００は、ＧＮＳＳ受信機およびＬｉＤＡＲセンサなどの、測位あるいは自己位置推定のために利用される装置を備える。農業機械１００の制御装置は、農業機械１００の位置と、管理装置６００によって生成された目標経路の情報とに基づいて、農業機械１００を自動で走行させる。制御装置は、農業機械１００の走行制御に加えて、インプルメントの動作の制御も行う。これにより、農業機械１００は、圃場内を自動で走行しながらインプルメントを用いて農作業を実行することができる。さらに、農業機械１００は、圃場外の道（例えば、農道または一般道）を目標経路に沿って自動で走行することができる。農業機械１００は、圃場外の道に沿って自動走行を行うとき、カメラまたはＬｉＤＡＲセンサなどのセンシング装置から出力されるデータに基づいて、障害物を回避可能な局所的経路を目標経路に沿って生成しながら走行する。農業機械１００は、圃場内においては、上記と同様に局所的経路を生成しながら走行してもよいし、局所的経路を生成せずに目標経路に沿って走行し、障害物が検出された場合に停止する、という動作を行ってもよい。

[0025] 管理装置６００は、農業機械１００による農作業を管理するコンピュータである。管理装置６００は、例えば圃場および農作業に関する情報をクラウド上で一元管理し、クラウド上のデータを活用して農業を支援するサーバコンピュータであり得る。管理装置６００は、例えば、農業機械１００の作業計画を作成し、その作業計画に従って、農業機械１００の大域的経路計画を行う。

[0026] 管理装置６００は、圃場内と圃場外とで異なる方法で大域的経路（目標経路）を生成する。管理装置６００は、圃場内の目標経路を、圃場に関する情報に基づいて生成する。例えば、管理装置６００は、予め登録された圃場の外形、圃場の面積、圃場の出入口の位置、農業機械１００の幅、インプルメ

ントの幅、作業の内容、栽培される作物の種類、作物の生育領域、作物の生育状況、または作物列もしくは畝の間隔などの、種々の情報に基づいて圃場内の目標経路を生成することができる。管理装置６００は、例えば、ユーザが端末装置４００その他のデバイスを用いて入力した情報に基づいて圃場内の目標経路を生成する。管理装置６００は、圃場内の経路を、例えば作業が行われる作業領域の全体をカバーするように生成してもよい。あるいは、管理装置６００は、圃場内については、作業領域の外側のみ目標経路を生成し、作業領域の内側には目標経路を生成しなくてもよい。その場合、農業機械１００は、カメラまたはＬｉＤＡＲセンサから出力されたデータに基づいて作物列または畝列を認識し、認識した作物列または畝列に沿った局所的経路を生成しながら走行してもよい。一方、管理装置６００は、圃場外の目標経路を、作業計画に従って生成する。例えば、管理装置６００は、作業計画が示す農作業の順序、各農作業が行われる圃場の位置、圃場の出入口の位置、各農作業の開始予定時刻および終了予定時刻、路面状態、気象状況、または交通状況などの、種々の情報に基づいて圃場外の目標経路を生成することができる。

[0027] 管理装置６００は、さらに、農業機械１００または他の移動体がＬｉＤＡＲセンサなどのセンシング装置を用いて収集したデータに基づいて、環境地図の生成および編集を行ってもよい。管理装置６００は、生成した作業計画、目標経路、および環境地図のデータを農業機械１００に送信する。農業機械１００は、それらのデータに基づいて、移動および農作業を自動で行う。

[0028] なお、大域的経路計画および環境地図の生成（または編集）は、管理装置６００に限らず、他の装置が行ってもよい。例えば、農業機械１００の制御装置が、大域的経路計画または環境地図の生成もしくは編集を行ってもよい。このように、環境地図を生成する装置と、作業計画を生成する装置と、経路計画を行う装置とが、異なる場所に分散していてもよい。

[0029] 端末装置４００は、農業機械１００から離れた場所にいるユーザが使用するコンピュータである。図１に示す端末装置４００はラップトップコンピュ

ータであるが、これに限定されない。端末装置４００は、デスクトップＰＣ（personal computer）などの据え置き型のコンピュータであってもよいし、スマートフォンまたはタブレットコンピュータなどのモバイル端末でもよい。端末装置４００は、農業機械１００の作業計画（例えば各農作業のスケジュール）を作成するために必要な情報をユーザが入力するための設定画面をディスプレイに表示する。ユーザが設定画面上で必要な情報を入力し送信の操作を行うと、端末装置４００は、入力された情報を管理装置６００に送信する。管理装置６００は、その情報に基づいて作業計画を作成する。端末装置４００は、農業機械１００が農作業を実行する１つ以上の圃場の登録にも使用され得る。

[0030] 以下、本実施形態におけるシステムの構成および動作をより詳細に説明する。

[0031] ［１．構成］

図２は、農業機械１００、および農業機械１００に連結されたインプルメント３００の例を模式的に示す側面図である。本実施形態における農業機械１００は、手動運転モードと自動運転モードの両方で動作することができる。自動運転モードにおいて、農業機械１００は無人で走行することができる。農業機械１００は、圃場内と圃場外の両方で自動運転が可能である。

[0032] 図２に示すように、農業機械１００は、車両本体１０１と、原動機（エンジン）１０２と、変速装置（トランスミッション）１０３とを備える。車両本体１０１には、タイヤ付きの車輪１０４と、キャビン１０５とが設けられている。車輪１０４は、一対の前輪１０４Ｆと一対の後輪１０４Ｒとを含む。キャビン１０５の内部に運転席１０７、操舵装置１０６、操作端末２００、および操作のためのスイッチ群が設けられている。農業機械１００が圃場内で作業走行を行うとき、前輪１０４Ｆおよび後輪１０４Ｒの一方または両方にはタイヤではなくクローラが取り付けられていてもよい。

[0033] 農業機械１００は、農業機械１００の周囲をセンシングする複数のセンシング装置を備える。図２の例では、センシング装置は、複数のカメラ１２０

と、ＬｉＤＡＲセンサ１４０と、複数の障害物センサ１３０とを含む。

[0034] カメラ１２０は、例えば農業機械１００の前後左右に設けられ得る。カメラ１２０は、農業機械１００の周囲の環境を撮影し、画像データを生成する。カメラ１２０が取得した画像は、遠隔監視を行うための端末装置４００に送信され得る。当該画像は、無人運転時に農業機械１００を監視するために用いられ得る。カメラ１２０は、農業機械１００が圃場外の道（農道または一般道）を走行するときに、周辺の地物もしくは障害物、白線、標識、または表示などを認識するための画像を生成する用途でも使用され得る。

[0035] 図２の例におけるＬｉＤＡＲセンサ１４０は、車両本体１０１の前面下部に配置されている。ＬｉＤＡＲセンサ１４０は、他の位置に設けられていてもよい。ＬｉＤＡＲセンサ１４０は、農業機械１００が主に圃場外を走行している間、周囲の環境に存在する物体の各計測点までの距離および方向、または各計測点の２次元もしくは３次元の座標値を示すセンサデータを繰り返し出力する。ＬｉＤＡＲセンサ１４０から出力されたセンサデータは、農業機械１００の制御装置によって処理される。制御装置は、センサデータと、環境地図とのマッチングにより、農業機械１００の自己位置推定を行うことができる。制御装置は、さらに、センサデータに基づいて、農業機械１００の周辺に存在する障害物などの物体を検出し、農業機械１００が実際に進むべき局所的経路を、大域的経路に沿って生成することができる。制御装置は、例えばＳＬＡＭ（Simultaneous Localization and Mapping）などのアルゴリズムを利用して、環境地図を生成または編集することもできる。農業機械１００は、異なる位置に異なる向きで配置された複数のＬｉＤＡＲセンサを備えていてもよい。

[0036] 図２に示す複数の障害物センサ１３０は、キャビン１０５の前部および後部に設けられている。障害物センサ１３０は、他の部位にも配置され得る。例えば、車両本体１０１の側部、前部、および後部の任意の位置に、１つまたは複数の障害物センサ１３０が設けられ得る。障害物センサ１３０は、例えばレーザスキャナまたは超音波ソナーを含み得る。障害物センサ１３０は

、自動走行時に周囲の障害物を検出して農業機械１００を停止したり迂回したりするために用いられる。ＬｉＤＡＲセンサ１４０が障害物センサ１３０の１つとして利用されてもよい。

[0037] 農業機械１００は、さらに、ＧＮＳＳユニット１１０を備える。ＧＮＳＳユニット１１０は、ＧＮＳＳ受信機を含む。ＧＮＳＳ受信機は、ＧＮＳＳ衛星からの信号を受信するアンテナと、アンテナが受信した信号に基づいて農業機械１００の位置を計算するプロセッサとを備え得る。ＧＮＳＳユニット１１０は、複数のＧＮＳＳ衛星から送信される衛星信号を受信し、衛星信号に基づいて測位を行う。ＧＮＳＳは、ＧＰＳ（Global Positioning System）、ＱＺＳＳ（Quasi-Zenith Satellite System、例えばみちびき）、ＧＬＯＮＡＳＳ、Ｇａｌｉｌｅｏ、およびＢｅｉＤｏｕなどの衛星測位システムの総称である。本実施形態におけるＧＮＳＳユニット１１０は、キャビン１０５の上部に設けられているが、他の位置に設けられていてもよい。

[0038] ＧＮＳＳユニット１１０は、慣性計測装置（ＩＭＵ）を含み得る。ＩＭＵからの信号を利用して位置データを補完することができる。ＩＭＵは、農業機械１００の傾きおよび微小な動きを計測することができる。ＩＭＵによって取得されたデータを用いて、衛星信号に基づく位置データを補完することにより、測位の性能を向上させることができる。

[0039] 農業機械１００の制御装置は、ＧＮＳＳユニット１１０による測位結果に加えて、カメラ１２０またはＬｉＤＡＲセンサ１４０などのセンシング装置が取得したセンシングデータを測位に利用してもよい。農道、林道、一般道、または果樹園のように、農業機械１００が走行する環境内に特徴点として機能する地物が存在する場合、カメラ１２０またはＬｉＤＡＲセンサ１４０によって取得されたデータと、予め記憶装置に格納された環境地図とに基づいて、農業機械１００の位置および向きを高い精度で推定することができる。カメラ１２０またはＬｉＤＡＲセンサ１４０が取得したデータを用いて、衛星信号に基づく位置データを補正または補完することで、より高い精度で農業機械１００の位置を特定できる。

[0040] 原動機１０２は、例えばディーゼルエンジンであり得る。ディーゼルエンジンに代えて電動モータが使用されてもよい。変速装置１０３は、変速によって農業機械１００の推進力および移動速度を変化させることができる。変速装置１０３は、農業機械１００の前進と後進とを切り換えることもできる。

[0041] 操舵装置１０６は、ステアリングホイールと、ステアリングホイールに接続されたステアリングシャフトと、ステアリングホイールによる操舵を補助するパワーステアリング装置とを含む。前輪１０４Ｆは操舵輪であり、その切れ角（「操舵角」とも称する。）を変化させることにより、農業機械１００の走行方向を変化させることができる。前輪１０４Ｆの操舵角は、ステアリングホイールを操作することによって変化させることができる。パワーステアリング装置は、前輪１０４Ｆの操舵角を変化させるための補助力を供給する油圧装置または電動モータを含む。自動操舵が行われるときには、農業機械１００内に配置された制御装置からの制御により、油圧装置または電動モータの力によって操舵角が自動で調整される。

[0042] 車両本体１０１の後部には、連結装置１０８が設けられている。連結装置１０８は、例えば３点支持装置（「３点リンク」または「３点ヒッチ」とも称する。）、ＰＴＯ（Power Take Off）軸、ユニバーサルジョイント、および通信ケーブルを含む。連結装置１０８によってインプルメント３００を農業機械１００に着脱することができる。連結装置１０８は、例えば油圧装置によって３点リンクを昇降させ、インプルメント３００の位置または姿勢を変化させることができる。また、ユニバーサルジョイントを介して農業機械１００からインプルメント３００に動力を送ることができる。農業機械１００は、インプルメント３００を引きながら、インプルメント３００に所定の作業を実行させることができる。連結装置は、車両本体１０１の前方に設けられていてもよい。その場合、農業機械１００の前方にインプルメントを接続することができる。

[0043] 図２に示すインプルメント３００は、ロータリ耕耘機であるが、インプル

メント３００はロータリ耕耘機に限定されない。例えば、シーダ（播種機）、スプレッダ（施肥機）、移植機、モーア（草刈機）、レーキ、ベーラ（集草機）、ハーベスタ（収穫機）、スプレイヤ、またはハローなどの、任意のインプルメントを農業機械１００に接続して使用することができる。

[0044] 図２に示す農業機械１００は、有人運転が可能であるが、無人運転のみに対応していてもよい。その場合には、キャビン１０５、操舵装置１０６、および運転席１０７などの、有人運転にのみ必要な構成要素は、農業機械１００に設けられていなくてもよい。無人の農業機械１００は、自律走行、またはユーザによる遠隔操作によって走行することができる。

[0045] 図３は、農業機械１００およびインプルメント３００の構成例を示すブロック図である。農業機械１００とインプルメント３００は、連結装置１０８に含まれる通信ケーブルを介して互いに通信することができる。農業機械１００は、ネットワーク８０を介して、端末装置４００および管理装置６００と通信することができる。

[0046] 図３の例における農業機械１００は、ＧＮＳＳユニット１１０、カメラ１２０、障害物センサ１３０、ＬｉＤＡＲセンサ１４０、および操作端末２００に加え、農業機械１００の動作状態を検出するセンサ群１５０、制御システム１６０、通信装置１９０、操作スイッチ群２１０、ブザー２２０、および駆動装置２４０を備える。これらの構成要素は、バスを介して相互に通信可能に接続される。ＧＮＳＳユニット１１０は、ＧＮＳＳ受信機１１１と、ＲＴＫ受信機１１２と、慣性計測装置（ＩＭＵ）１１５と、処理回路１１６とを備える。センサ群１５０は、ステアリングホイールセンサ１５２と、切れ角センサ１５４、車軸センサ１５６とを含む。制御システム１６０は、記憶装置１７０と、制御装置１８０とを備える。制御装置１８０は、複数の電子制御ユニット（ＥＣＵ）１８１から１８６を備える。インプルメント３００は、駆動装置３４０と、制御装置３８０と、通信装置３９０とを備える。なお、図３には、農業機械１００による自動運転の動作との関連性が相対的に高い構成要素が示されており、それ以外の構成要素の図示は省略されてい

る。

[0047] ＧＮＳＳユニット１１０におけるＧＮＳＳ受信機１１１は、複数のＧＮＳＳ衛星から送信される衛星信号を受信し、衛星信号に基づいてＧＮＳＳデータを生成する。ＧＮＳＳデータは、例えばＮＭＥＡ－０１８３フォーマットなどの所定のフォーマットで生成される。ＧＮＳＳデータは、例えば、衛星信号が受信されたそれぞれの衛星の識別番号、仰角、方位角、および受信強度を示す値を含み得る。

[0048] 図３に示すＧＮＳＳユニット１１０は、ＲＴＫ（Real Time Kinematic）－ＧＮＳＳを利用して農業機械１００の測位を行う。図４は、ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる測位を行う農業機械１００の例を示す概念図である。ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる測位では、複数のＧＮＳＳ衛星５０から送信される衛星信号に加えて、基準局６０から送信される補正信号が利用される。基準局６０は、農業機械１００が作業走行を行う圃場の付近（例えば、農業機械１００から１０ｋｍ以内の位置）に設置され得る。基準局６０は、複数のＧＮＳＳ衛星５０から受信した衛星信号に基づいて、例えばＲＴＣＭフォーマットの補正信号を生成し、ＧＮＳＳユニット１１０に送信する。ＲＴＫ受信機１１２は、アンテナおよびモデムを含み、基準局６０から送信される補正信号を受信する。ＧＮＳＳユニット１１０の処理回路１１６は、補正信号に基づき、ＧＮＳＳ受信機１１１による測位結果を補正する。ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いることにより、例えば誤差数ｃｍの精度で測位を行うことが可能である。緯度、経度、および高度の情報を含む位置情報が、ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる高精度の測位によって取得される。ＧＮＳＳユニット１１０は、例えば１秒間に１回から１０回程度の頻度で、農業機械１００の位置を計算する。

[0049] なお、測位方法はＲＴＫ－ＧＮＳＳに限らず、必要な精度の位置情報が得られる任意の測位方法（干渉測位法または相対測位法など）を用いることができる。例えば、ＶＲＳ（Virtual Reference Station）またはＤＧＰＳ（Differential Global Positioning System）を利用した測位を行ってもよい。基準局６０から送信される補正信号を用いなくても必要な精度の位置情報が

得られる場合は、補正信号を用いずに位置情報を生成してもよい。その場合、ＧＮＳＳユニット１１０は、ＲＴＫ受信機１１２を備えていなくてもよい。

[0050] ＲＴＫ－ＧＮＳＳを利用する場合であっても、基準局６０からの補正信号が得られない場所（例えば圃場から遠く離れた道路上）では、ＲＴＫ受信機１１２からの信号によらず、他の方法で農業機械１００の位置が推定される。例えば、ＬｉＤＡＲセンサ１４０および／またはカメラ１２０から出力されたデータと、高精度の環境地図とのマッチングによって、農業機械１００の位置が推定され得る。

[0051] 本実施形態におけるＧＮＳＳユニット１１０は、さらにＩＭＵ１１５を備える。ＩＭＵ１１５は、３軸加速度センサおよび３軸ジャイロスコープを備え得る。ＩＭＵ１１５は、３軸地磁気センサなどの方位センサを備えていてもよい。ＩＭＵ１１５は、モーションセンサとして機能し、農業機械１００の加速度、速度、変位、および姿勢などの諸量を示す信号を出力することができる。処理回路１１６は、衛星信号および補正信号に加えて、ＩＭＵ１１５から出力された信号に基づいて、農業機械１００の位置および向きをより高い精度で推定することができる。ＩＭＵ１１５から出力された信号は、衛星信号および補正信号に基づいて計算される位置の補正または補完に用いられ得る。ＩＭＵ１１５は、ＧＮＳＳ受信機１１１よりも高い頻度で信号を出力する。その高頻度の信号を利用して、処理回路１１６は、農業機械１００の位置および向きをより高い頻度（例えば、１０Ｈｚ以上）で計測することができる。ＩＭＵ１１５に代えて、３軸加速度センサおよび３軸ジャイロスコープを別々に設けてもよい。ＩＭＵ１１５は、ＧＮＳＳユニット１１０とは別の装置として設けられていてもよい。

[0052] カメラ１２０は、農業機械１００の周囲の環境を撮影する撮像装置である。カメラ１２０は、例えば、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）またはＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）などのイメージセンサを備える。カメラ１２０は、他にも、１つ以上のレンズを含む光学系、および信

号処理回路を備え得る。カメラ１２０は、農業機械１００の走行中、農業機械１００の周囲の環境を撮影し、画像（例えば動画）のデータを生成する。カメラ１２０は、例えば、３フレーム／秒（ｆｐｓ：frames per second）以上のフレームレートで動画を撮影することができる。カメラ１２０によって生成された画像は、例えば遠隔の監視者が端末装置４００を用いて農業機械１００の周囲の環境を確認するときに利用され得る。カメラ１２０によって生成された画像は、測位または障害物の検出に利用されてもよい。図２に示すように、複数のカメラ１２０が農業機械１００の異なる位置に設けられていてもよいし、単数のカメラが設けられていてもよい。可視光画像を生成する可視カメラと、赤外線画像を生成する赤外カメラとが別々に設けられていてもよい。可視カメラと赤外カメラの両方が監視用の画像を生成するカメラとして設けられていてもよい。赤外カメラは、夜間において障害物の検出にも用いられ得る。

[0053] 障害物センサ１３０は、農業機械１００の周囲に存在する物体を検出する。障害物センサ１３０は、例えばレーザスキャナまたは超音波ソナーを含み得る。障害物センサ１３０は、障害物センサ１３０から所定の距離よりも近くに物体が存在する場合に、障害物が存在することを示す信号を出力する。複数の障害物センサ１３０が農業機械１００の異なる位置に設けられていてもよい。例えば、複数のレーザスキャナと、複数の超音波ソナーとが、農業機械１００の異なる位置に配置されていてもよい。そのような多くの障害物センサ１３０を備えることにより、農業機械１００の周囲の障害物の監視における死角を減らすことができる。

[0054] ステアリングホイールセンサ１５２は、農業機械１００のステアリングホイールの回転角を計測する。切れ角センサ１５４は、操舵輪である前輪１０４Ｆの切れ角を計測する。ステアリングホイールセンサ１５２および切れ角センサ１５４による計測値は、制御装置１８０による操舵制御に利用される。

[0055] 車軸センサ１５６は、車輪１０４に接続された車軸の回転速度、すなわち

単位時間あたりの回転数を計測する。車軸センサ１５６は、例えば磁気抵抗素子（ＭＲ）、ホール素子、または電磁ピックアップを利用したセンサであり得る。車軸センサ１５６は、例えば、車軸の１分あたりの回転数（単位：ｒｐｍ）を示す数値を出力する。車軸センサ１５６は、農業機械１００の速度を計測するために使用される。

[0056] 駆動装置２４０は、前述の原動機１０２、変速装置１０３、操舵装置１０６、および連結装置１０８などの、農業機械１００の走行およびインプルメント３００の駆動に必要な各種の装置を含む。原動機１０２は、例えばディーゼル機関などの内燃機関を備え得る。駆動装置２４０は、内燃機関に代えて、あるいは内燃機関とともに、トラクション用の電動モータを備えていてもよい。

[0057] ブザー２２０は、異常を報知するための警告音を発する音声出力装置である。ブザー２２０は、例えば、自動運転時に、障害物が検出された場合に警告音を発する。ブザー２２０は、制御装置１８０によって制御される。

[0058] 記憶装置１７０は、フラッシュメモリまたは磁気ディスクなどの１つ以上の記憶媒体を含む。記憶装置１７０は、ＧＮＳＳユニット１１０、カメラ１２０、障害物センサ１３０、ＬｉＤＡＲセンサ１４０、センサ群１５０、および制御装置１８０が生成する各種のデータを記憶する。記憶装置１７０が記憶するデータには、農業機械１００が走行する環境内の地図データ（環境地図）、および自動運転のための大域的経路（目標経路）のデータが含まれ得る。環境地図は、農業機械１００が農作業を行う複数の圃場およびその周辺の道の情報を含む。環境地図および目標経路は、管理装置６００におけるプロセッサによって生成され得る。なお、本実施形態における制御装置１８０は、環境地図および目標経路を生成または編集する機能を備えている。制御装置１８０は、管理装置６００から取得した環境地図および目標経路を、農業機械１００の走行環境に応じて編集することができる。記憶装置１７０は、通信装置１９０が管理装置６００から受信した作業計画のデータも記憶する。作業計画は、複数の作業日にわたって農業機械１００が実行する複数

の農作業に関する情報を含む。作業計画は、例えば、各作業日において農業機械１００が実行する各農作業の予定時刻の情報を含む作業スケジュールのデータであり得る。記憶装置１７０は、制御装置１８０における各ＥＣＵに、後述する各種の動作を実行させるコンピュータプログラムも記憶する。そのようなコンピュータプログラムは、記憶媒体（例えば半導体メモリまたは光ディスク等）または電気通信回線（例えばインターネット）を介して農業機械１００に提供され得る。そのようなコンピュータプログラムが、商用ソフトウェアとして販売されてもよい。

[0059] 制御装置１８０は、複数のＥＣＵを含む。複数のＥＣＵは、例えば、速度制御用のＥＣＵ１８１、ステアリング制御用のＥＣＵ１８２、インプルメント制御用のＥＣＵ１８３、自動運転制御用のＥＣＵ１８４、経路生成用のＥＣＵ１８５、および地図生成用のＥＣＵ１８６を含む。

[0060] ＥＣＵ１８１は、駆動装置２４０に含まれる原動機１０２、変速装置１０３、およびブレーキを制御することによって農業機械１００の速度を制御する。

[0061] ＥＣＵ１８２は、ステアリングホイールセンサ１５２の計測値に基づいて、操舵装置１０６に含まれる油圧装置または電動モータを制御することによって農業機械１００のステアリングを制御する。

[0062] ＥＣＵ１８３は、インプルメント３００に所望の動作を実行させるために、連結装置１０８に含まれる３点リンクおよびＰＴＯ軸などの動作を制御する。ＥＣＵ１８３はまた、インプルメント３００の動作を制御する信号を生成し、その信号を通信装置１９０からインプルメント３００に送信する。

[0063] ＥＣＵ１８４は、ＧＮＳＳユニット１１０、カメラ１２０、障害物センサ１３０、ＬｉＤＡＲセンサ１４０、およびセンサ群１５０から出力されたデータに基づいて、自動運転を実現するための演算および制御を行う。例えば、ＥＣＵ１８４は、ＧＮＳＳユニット１１０、カメラ１２０、およびＬｉＤＡＲセンサ１４０の少なくとも１つから出力されたデータに基づいて、農業機械１００の位置を特定する。圃場内においては、ＥＣＵ１８４は、ＧＮＳ

Ｓユニット１１０から出力されたデータのみに基づいて農業機械１００の位置を決定してもよい。ＥＣＵ１８４は、カメラ１２０またはＬｉＤＡＲセンサ１４０が取得したデータに基づいて農業機械１００の位置を推定または補正してもよい。カメラ１２０またはＬｉＤＡＲセンサ１４０が取得したデータを利用することにより、測位の精度をさらに高めることができる。一方、圃場外においては、ＥＣＵ１８４は、ＬｉＤＡＲセンサ１４０またはカメラ１２０から出力されるデータを利用して農業機械１００の位置を推定する。例えば、ＥＣＵ１８４は、ＬｉＤＡＲセンサ１４０またはカメラ１２０から出力されるデータと、環境地図とのマッチングにより、農業機械１００の位置を推定してもよい。自動運転中、ＥＣＵ１８４は、推定された農業機械１００の位置に基づいて、目標経路または局所的経路に沿って農業機械１００が走行するために必要な演算を行う。ＥＣＵ１８４は、ＥＣＵ１８１に速度変更の指令を送り、ＥＣＵ１８２に操舵角変更の指令を送る。ＥＣＵ１８１は、速度変更の指令に応答して原動機１０２、変速装置１０３、またはブレーキを制御することによって農業機械１００の速度を変化させる。ＥＣＵ１８２は、操舵角変更の指令に応答して操舵装置１０６を制御することによって操舵角を変化させる。

[0064] ＥＣＵ１８５は、農業機械１００が目標経路に沿って道路上を走行している間、障害物を回避可能な局所的経路を逐次生成する。ＥＣＵ１８５は、農業機械１００の走行中、カメラ１２０、障害物センサ１３０、およびＬｉＤＡＲセンサ１４０から出力されたデータに基づいて、農業機械１００の周囲に存在する障害物を認識する。ＥＣＵ１８５は、認識した障害物を回避するように局所的経路を生成する。ＥＣＵ１８５は、管理装置６００の代わりに大域的経路計画を行う機能を備えていてもよい。その場合、ＥＣＵ１８５は、記憶装置１７０に格納された作業計画に基づいて農業機械１００の移動先を決定し、農業機械１００の移動の開始地点から目的地点までの目標経路を決定する。ＥＣＵ１８５は、記憶装置１７０に格納された道路情報を含む環境地図に基づき、例えば最短の時間で移動先に到達できる経路を目標経路と

して作成することができる。

[0065] ＥＣＵ１８６は、農業機械１００が走行する環境の地図を生成または編集する。本実施形態では、管理装置６００などの外部の装置によって生成された環境地図が農業機械１００に送信され、記憶装置１７０に記録されるが、ＥＣＵ１８６が代わりに環境地図を生成または編集することもできる。ＥＣＵ１８６が環境地図を生成する場合、環境地図は、ＬｉＤＡＲセンサ１４０から出力されたセンサデータに基づいて生成され得る。環境地図を生成するとき、ＥＣＵ１８６は、農業機械１００が走行している間にＬｉＤＡＲセンサ１４０から出力されたセンサデータに基づいて３次元の点群データを逐次生成する。ＥＣＵ１８６は、例えばＳＬＡＭなどのアルゴリズムを利用して、逐次生成した点群データを繋ぎ合わせることにより、環境地図を生成することができる。このようにして生成された環境地図は、高精度の３次元地図であり、ＥＣＵ１８４による自己位置推定に利用され得る。この３次元地図に基づいて、大域的経路計画に利用される２次元地図が生成され得る。本明細書では、自己位置推定に利用される３次元地図と、大域的経路計画に利用される２次元地図とを、いずれも「環境地図」と称する。ＥＣＵ１８６は、さらに、カメラ１２０またはＬｉＤＡＲセンサ１４０から出力されたデータに基づいて認識された構造物、路面の状態、または道の通行可能性等に関する種々の属性情報を、地図に付加することによって地図を編集することもできる。

[0066] これらのＥＣＵの働きにより、制御装置１８０は、自動運転を実現する。自動運転時において、制御装置１８０は、計測または推定された農業機械１００の位置と、目標経路とに基づいて、駆動装置２４０を制御する。これにより、制御装置１８０は、農業機械１００を目標経路に沿って走行させることができる。

[0067] 制御装置１８０に含まれる複数のＥＣＵは、例えばＣＡＮ（Controller Area Network）などのビークルバス規格に従って、相互に通信することができる。ＣＡＮに代えて、車載イーサネット（登録商標）などの、より高速の通

信方式が用いられてもよい。図３において、ＥＣＵ１８１から１８６のそれぞれは、個別のブロックとして示されているが、これらのそれぞれの機能が、複数のＥＣＵによって実現されていてもよい。ＥＣＵ１８１から１８６の少なくとも一部の機能を統合した車載コンピュータが設けられていてもよい。制御装置１８０は、ＥＣＵ１８１から１８６以外のＥＣＵを備えていてもよく、機能に応じて任意の個数のＥＣＵが設けられ得る。各ＥＣＵは、１つ以上のプロセッサを含む処理回路を備える。

[0068] 通信装置１９０は、インプルメント３００、端末装置４００、および管理装置６００と通信を行う回路を含む装置である。通信装置１９０は、例えばＩＳＯＢＵＳ－ＴＩＭ等のＩＳＯＢＵＳ規格に準拠した信号の送受信を、インプルメント３００の通信装置３９０との間で実行する回路を含む。これにより、インプルメント３００に所望の動作を実行させたり、インプルメント３００から情報を取得したりすることができる。通信装置１９０は、さらに、ネットワーク８０を介した信号の送受信を、端末装置４００および管理装置６００のそれぞれの通信装置との間で実行するためのアンテナおよび通信回路を含み得る。ネットワーク８０は、例えば、３Ｇ、４Ｇもしくは５Ｇなどのセルラー移動体通信網およびインターネットを含み得る。通信装置１９０は、農業機械１００の近くにいる監視者が使用する携帯端末と通信する機能を備えていてもよい。そのような携帯端末との間では、Ｗｉ－Ｆｉ（登録商標）、３Ｇ、４Ｇもしくは５Ｇなどのセルラー移動体通信、またはＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）などの、任意の無線通信規格に準拠した通信が行われ得る。

[0069] 操作端末２００は、農業機械１００の走行およびインプルメント３００の動作に関する操作をユーザが実行するための端末であり、バーチャルターミナル（ＶＴ）とも称される。操作端末２００は、タッチスクリーンなどの表示装置、および／または１つ以上のボタンを備え得る。表示装置は、例えば液晶または有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）などのディスプレイであり得る。ユーザは、操作端末２００を操作することにより、例えば自動運転モード

のオン／オフの切り替え、環境地図の記録または編集、目標経路の設定、およびインプルメント３００のオン／オフの切り替えなどの種々の操作を実行することができる。これらの操作の少なくとも一部は、操作スイッチ群２１０を操作することによっても実現され得る。操作端末２００は、農業機械１００から取り外せるように構成されていてもよい。農業機械１００から離れた場所にいるユーザが、取り外された操作端末２００を操作して農業機械１００の動作を制御してもよい。ユーザは、操作端末２００の代わりに、端末装置４００などの、必要なアプリケーションソフトウェアがインストールされたコンピュータを操作して農業機械１００の動作を制御してもよい。

[0070] 図５は、キャビン１０５の内部に設けられる操作端末２００および操作スイッチ群２１０の例を示す図である。キャビン１０５の内部には、ユーザが操作可能な複数のスイッチを含むスイッチ群２１０が配置されている。操作スイッチ群２１０は、例えば、主変速または副変速の変速段を選択するためのスイッチ、自動運転モードと手動運転モードとを切り替えるためのスイッチ、前進と後進とを切り替えるためのスイッチ、およびインプルメント３００を昇降するためのスイッチ等を含み得る。なお、農業機械１００が無人運転のみを行い、有人運転の機能を備えていない場合、農業機械１００が操作スイッチ群２１０を備えている必要はない。

[0071] 図３に示すインプルメント３００における駆動装置３４０は、インプルメント３００が所定の作業を実行するために必要な動作を行う。駆動装置３４０は、例えば油圧装置、電気モータ、またはポンプなどの、インプルメント３００の用途に応じた装置を含む。制御装置３８０は、駆動装置３４０の動作を制御する。制御装置３８０は、通信装置３９０を介して農業機械１００から送信された信号に応答して、駆動装置３４０に各種の動作を実行させる。また、インプルメント３００の状態に応じた信号を通信装置３９０から農業機械１００に送信することもできる。

[0072] 次に、図６を参照しながら、管理装置６００および端末装置４００の構成を説明する。図６は、管理装置６００および端末装置４００の概略的なハー

ドウェア構成を例示するブロック図である。

[0073] 管理装置６００は、記憶装置６５０と、プロセッサ６６０と、ＲＯＭ（Read Only Memory）６７０と、ＲＡＭ（Random Access Memory）６８０と、通信装置６９０とを備える。これらの構成要素は、バスを介して相互に通信可能に接続される。管理装置６００は、農業機械１００が実行する圃場における農作業のスケジュール管理を行い、管理するデータを活用して農業を支援するクラウドサーバとして機能し得る。ユーザは、端末装置４００を用いて作業計画の作成に必要な情報を入力し、入力した情報をネットワーク８０を介して管理装置６００にアップロードすることが可能である。管理装置６００は、その情報に基づき、農作業のスケジュールすなわち作業計画を作成することができる。管理装置６００は、さらに、環境地図の生成または編集、および農業機械１００の大域的経路計画も実行することができる。管理装置６００が環境地図を生成する代わりに、管理装置６００の外部のコンピュータから環境地図が配信されてもよい。

[0074] 通信装置６９０は、ネットワーク８０を介して農業機械１００および端末装置４００と通信するための通信モジュールである。通信装置６９０は、例えば、ＩＥＥＥ１３９４（登録商標）またはイーサネット（登録商標）などの通信規格に準拠した有線通信を行うことができる。通信装置６９０は、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）規格もしくはＷｉ－Ｆｉ規格に準拠した無線通信、または、３Ｇ、４Ｇもしくは５Ｇなどのセルラー移動体通信を行ってもよい。

[0075] プロセッサ６６０は、例えば中央演算処理装置（ＣＰＵ）を含む半導体集積回路であり得る。プロセッサ６６０は、マイクロプロセッサまたはマイクロコントローラによって実現され得る。あるいは、プロセッサ６６０は、ＣＰＵを搭載したＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＡＳＳＰ（Application Specific Standard Product）、または、これら回路の中から選択される２つ以上の回路の組み合わせによっても実現さ

れ得る。プロセッサ６６０は、ＲＯＭ６７０に格納された、少なくとも１つの処理を実行するための命令群を記述したコンピュータプログラムを逐次実行し、所望の処理を実現する。

[0076] ＲＯＭ６７０は、例えば、書き込み可能なメモリ（例えばＰＲＯＭ）、書き換え可能なメモリ（例えばフラッシュメモリ）、または読み出し専用のメモリである。ＲＯＭ６７０は、プロセッサ６６０の動作を制御するプログラムを記憶する。ＲＯＭ６７０は、単一の記憶媒体である必要はなく、複数の記憶媒体の集合体であってもよい。複数の記憶媒体の集合体の一部は、取り外し可能なメモリであってもよい。

[0077] ＲＡＭ６８０は、ＲＯＭ６７０に格納された制御プログラムをブート時に一旦展開するための作業領域を提供する。ＲＡＭ６８０は、単一の記憶媒体である必要はなく、複数の記憶媒体の集合体であってもよい。

[0078] 記憶装置６５０は、主としてデータベースのストレージとして機能する。記憶装置６５０は、例えば、磁気記憶装置または半導体記憶装置であり得る。磁気記憶装置の例は、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）である。半導体記憶装置の例は、ソリッドステートドライブ（ＳＳＤ）である。記憶装置６５０は、管理装置６００とは独立した装置であってもよい。例えば、記憶装置６５０は、管理装置６００にネットワーク８０を介して接続される記憶装置、例えばクラウドストレージであってもよい。

[0079] 端末装置４００は、入力装置４２０と、表示装置４３０と、記憶装置４５０と、プロセッサ４６０と、ＲＯＭ４７０と、ＲＡＭ４８０と、通信装置４９０とを備える。これらの構成要素は、バスを介して相互に通信可能に接続される。入力装置４２０は、ユーザからの指示をデータに変換してコンピュータに入力するための装置である。入力装置４２０は、例えば、キーボード、マウス、またはタッチパネルであり得る。表示装置４３０は、例えば液晶ディスプレイまたは有機ＥＬディスプレイであり得る。プロセッサ４６０、ＲＯＭ４７０、ＲＡＭ４８０、記憶装置４５０、および通信装置４９０のそれぞれに関する説明は、管理装置６００のハードウェア構成例において記載

したとおりであり、それらの説明を省略する。

[0080] ［２．動作］

次に、農業機械１００、端末装置４００、および管理装置６００の動作を説明する。

[0081] ［２－１．自動走行動作］

まず、農業機械１００による自動走行の動作の例を説明する。本実施形態における農業機械１００は、圃場内および圃場外の両方で自動で走行することができる。圃場内において、農業機械１００は、予め設定された目標経路に沿って走行しながら、インプルメント３００を駆動して所定の農作業を行う。農業機械１００は、圃場内を走行中、障害物センサ１３０によって障害物が検出された場合、走行を停止し、ブザー２２０からの警告音の発出、および端末装置４００または管理装置６００への警告信号の送信などの動作を行う。圃場内において、農業機械１００の測位は、主にＧＮＳＳユニット１１０から出力されるデータに基づいて行われる。一方、圃場外において、農業機械１００は、圃場外の農道または一般道に設定された目標経路に沿って自動で走行する。農業機械１００は、圃場外を走行中、カメラ１２０またはＬｉＤＡＲセンサ１４０によって取得されたデータに基づいて局所的経路を生成しながら走行する。圃場外において、農業機械１００は、障害物が検出されると、障害物を回避するか、その場で停止する。圃場外においては、ＧＮＳＳユニット１１０から出力される測位データに加え、ＬｉＤＡＲセンサ１４０またはカメラ１２０から出力されるデータに基づいて農業機械１００の位置が推定される。

[0082] 以下、農業機械１００が圃場内を自動走行する場合の動作をまず説明する。農業機械１００が圃場外を自動走行する動作と、圃場外における大域的経路計画および局所的経路計画の処理については、後述する。

[0083] 図７は、圃場内を目標経路に沿って自動で走行する農業機械１００の例を模式的に示す図である。この例において、圃場は、農業機械１００がインプルメント３００を用いて作業を行う作業領域７２と、圃場の外周縁付近に位

置する枕地７４とを含む。地図上で圃場のどの領域が作業領域７２または枕地７４に該当するかは、ユーザによって事前に設定され得る。この例における目標経路は、並列する複数の主経路Ｐ１と、複数の主経路Ｐ１を接続する複数の旋回経路Ｐ２とを含む。主経路Ｐ１は作業領域７２内に位置し、旋回経路Ｐ２は枕地７４内に位置する。図７に示す各主経路Ｐ１は直線状の経路であるが、各主経路Ｐ１は曲線状の部分を含んでいてもよい。主経路Ｐ１は、例えば、ユーザが操作端末２００または端末装置４００におけるディスプレイに表示された圃場の地図を見ながら、圃場の端付近の２点（図７における点ＡおよびＢ）を指定する操作を行うことによって自動で生成され得る。その場合、管理装置６００は、ユーザが指定した点Ａと点Ｂとを結ぶ線分に平行に、複数の主経路Ｐ１を設定し、それらの主経路Ｐ１を旋回経路Ｐ２で接続することによって圃場内の目標経路を生成する。図７における破線は、インプルメント３００の作業幅を表している。作業幅は、ユーザが操作端末２００または端末装置４００を操作することによって設定され、記録され得る。あるいは、作業幅は、インプルメント３００を農業機械１００に接続したときに自動で認識され、記録されてもよい。複数の主経路Ｐ１の間隔は、作業幅に合わせて設定され得る。このように、目標経路は、自動運転が開始される前に、ユーザの操作に基づいて作成され得る。目標経路は、例えば圃場内の作業領域７２の全体をカバーするように作成され得る。農業機械１００は、図７に示すような目標経路に沿って、作業の開始地点から作業の終了地点まで、往復を繰り返しながら自動で走行する。なお、図７に示す目標経路は一例に過ぎず、目標経路の定め方は任意である。

[0084] 次に、制御装置１８０による圃場内における自動運転時の制御の例を説明する。

[0085] 図８は、制御装置１８０によって実行される自動運転時の操舵制御の動作の例を示すフローチャートである。制御装置１８０は、農業機械１００の走行中、図８に示すステップＳ１２１からＳ１２５の動作を実行することにより、自動操舵を行う。速度に関しては、例えば予め設定された速度に維持さ

れる。制御装置１８０は、農業機械１００の走行中、ＧＮＳＳユニット１１０によって生成された農業機械１００の位置を示すデータを取得する（ステップＳ１２１）。次に、制御装置１８０は、農業機械１００の位置と、目標経路との偏差を算出する（ステップＳ１２２）。偏差は、その時点における農業機械１００の位置と、目標経路との距離を表す。制御装置１８０は、算出した位置の偏差が予め設定された閾値を超えるか否かを判定する（ステップＳ１２３）。偏差が閾値を超える場合、制御装置１８０は、偏差が小さくなるように、駆動装置２４０に含まれる操舵装置の制御パラメータを変更することにより、操舵角を変更する。ステップＳ１２３において偏差が閾値を超えない場合、ステップＳ１２４の動作は省略される。続くステップＳ１２５において、制御装置１８０は、動作終了の指令を受けたか否かを判定する。動作終了の指令は、例えばユーザが遠隔操作で自動運転の停止を指示したり、農業機械１００が目的地に到達したりした場合に出され得る。動作終了の指令が出されていない場合、ステップＳ１２１に戻り、新たに計測された農業機械１００の位置に基づいて、同様の動作を実行する。制御装置１８０は、動作終了の指令が出されるまで、ステップＳ１２１からＳ１２５の動作を繰り返す。上記の動作は、制御装置１８０におけるＥＣＵ１８２、１８４によって実行される。

[0086] 図８に示す例では、制御装置１８０は、ＧＮＳＳユニット１１０によって特定された農業機械１００の位置と目標経路との偏差のみに基づいて駆動装置２４０を制御するが、方位の偏差もさらに考慮して制御してもよい。例えば、制御装置１８０は、ＧＮＳＳユニット１１０によって特定された農業機械１００の向きと、目標経路の方向との角度差である方位偏差が予め設定された閾値を超える場合に、その偏差に応じて駆動装置２４０の操舵装置の制御パラメータ（例えば操舵角）を変更してもよい。

[0087] 以下、図９Ａから図９Ｄを参照しながら、制御装置１８０による操舵制御の例をより具体的に説明する。

[0088] 図９Ａは、目標経路Ｐに沿って走行する農業機械１００の例を示す図であ

る。図９Ｂは、目標経路Ｐから右にシフトした位置にある農業機械１００の例を示す図である。図９Ｃは、目標経路Ｐから左にシフトした位置にある農業機械１００の例を示す図である。図９Ｄは、目標経路Ｐに対して傾斜した方向を向いている農業機械１００の例を示す図である。これらの図において、ＧＮＳＳユニット１１０によって計測された農業機械１００の位置および向きを示すポーズがｒ（ｘ，ｙ，θ）と表現されている。（ｘ，ｙ）は、地球に固定された２次元座標系であるＸＹ座標系における農業機械１００の基準点の位置を表す座標である。図９Ａから図９Ｄに示す例において、農業機械１００の基準点はキャビン上のＧＮＳＳアンテナが設置された位置にあるが、基準点の位置は任意である。θは、農業機械１００の計測された向きを表す角度である。図示されている例においては、目標経路ＰがＹ軸に平行であるが、一般的には目標経路ＰはＹ軸に平行であるとは限らない。

[0089] 図９Ａに示すように、農業機械１００の位置および向きが目標経路Ｐから外れていない場合には、制御装置１８０は、農業機械１００の操舵角および速度を変更せずに維持する。

[0090] 図９Ｂに示すように、農業機械１００の位置が目標経路Ｐから右側にシフトしている場合には、制御装置１８０は、農業機械１００の走行方向が左寄りに傾き、経路Ｐに近付くように操舵角を変更する。このとき、操舵角に加えて速度も併せて変更してもよい。操舵角の大きさは、例えば位置偏差Δｘの大きさに応じて調整され得る。

[0091] 図９Ｃに示すように、農業機械１００の位置が目標経路Ｐから左側にシフトしている場合には、制御装置１８０は、農業機械１００の走行方向が右寄りに傾き、経路Ｐに近付くように操舵角を変更する。この場合も、操舵角に加えて速度も併せて変更してもよい。操舵角の変化量は、例えば位置偏差Δｘの大きさに応じて調整され得る。

[0092] 図９Ｄに示すように、農業機械１００の位置は目標経路Ｐから大きく外れていないが、向きが目標経路Ｐの方向とは異なる場合は、制御装置１８０は、方位偏差Δθが小さくなるように操舵角を変更する。この場合も、操舵角

に加えて速度も併せて変更してもよい。操舵角の大きさは、例えば位置偏差Δｘおよび方位偏差Δθのそれぞれの大きさに応じて調整され得る。例えば、位置偏差Δｘの絶対値が小さいほど方位偏差Δθに応じた操舵角の変化量を大きくしてもよい。位置偏差Δｘの絶対値が大きい場合には、経路Ｐに戻るために操舵角を大きく変化させることになるため、必然的に方位偏差Δθの絶対値が大きくなる。逆に、位置偏差Δｘの絶対値が小さい場合には、方位偏差Δθをゼロに近づけることが必要である。このため、操舵角を決定するための方位偏差Δθの重み（すなわち制御ゲイン）を相対的に大きくすることが妥当である。

[0093] 農業機械１００の操舵制御および速度制御には、ＰＩＤ制御またはＭＰＣ制御（モデル予測制御）などの制御技術が適用され得る。これらの制御技術を適用することにより、農業機械１００を目標経路Ｐに近付ける制御を滑らかにすることができる。

[0094] なお、走行中に１つ以上の障害物センサ１３０によって障害物が検出された場合には、制御装置１８０は、農業機械１００を停止させる。このとき、ブザー２２０に警告音を発出させたり、警告信号を端末装置４００または管理装置６００に送信したりしてもよい。障害物の回避が可能な場合、制御装置１８０は、障害物を回避するように駆動装置２４０を制御してもよい。

[0095] 本実施形態における農業機械１００は、圃場内だけでなく、圃場外でも自動走行が可能である。圃場外において、制御装置１８０は、カメラ１２０またはＬｉＤＡＲセンサ１４０から出力されたデータに基づいて、農業機械１００から比較的離れた位置に存在する物体（例えば、他の車両または歩行者等）を検出することができる。制御装置１８０は、検出された物体を回避するように局所的経路を生成し、局所的経路に沿って速度制御および操舵制御を行うことにより、圃場外の道における自動走行を実現できる。

[0096] このように、本実施形態における農業機械１００は、無人で圃場内および圃場外を自動で走行できる。図１０は、複数の農業機械１００が圃場７０の内部および圃場７０の外側の道７６を自動走行している状況の例を模式的に

示す図である。記憶装置１７０には、複数の圃場およびその周辺の道を含む領域の環境地図および目標経路が記録される。環境地図および目標経路は、管理装置６００またはＥＣＵ１８５によって生成され得る。農業機械１００が道路上を走行する場合、農業機械１００は、インプルメント３００を上昇させた状態で、カメラ１２０およびＬｉＤＡＲセンサ１４０などのセンシング装置を用いて周囲をセンシングしながら、目標経路に沿って走行する。走行中、制御装置１８０は、局所的経路を逐次生成し、局所的経路に沿って農業機械１００を走行させる。これにより、障害物を回避しながら自動走行することができる。走行中に、状況に応じて目標経路が変更されてもよい。

[0097] ［２－２．作業計画の作成］

本実施形態における農業機械１００は、管理装置６００によって生成された作業計画に従って圃場間の移動、および各圃場での農作業を自動で実行する。作業計画は、農業機械１００によって実行される１以上の農作業に関する情報を含む。例えば、作業計画は、農業機械１００によって実行される１以上の農作業、および各農作業が行われる圃場の情報を含む。作業計画は、複数の作業日にわたって農業機械１００が実行する複数の農作業、および各農作業が行われる圃場の情報を含んでいてもよい。より具体的には、作業計画は、作業日ごとに、どの時刻に、どの農業機械が、どの圃場で、どの農作業を行うかを示す作業スケジュールの情報を含むデータベースであり得る。以下、作業計画がそのような作業スケジュールのデータである場合の例を説明する。作業計画は、ユーザが端末装置４００を用いて入力した情報に基づいて、管理装置６００のプロセッサ６６０によって作成され得る。以下、作業スケジュールの作成方法の例を説明する。

[0098] 図１１は、端末装置４００の表示装置４３０に表示される設定画面７６０の一例を示す図である。端末装置４００のプロセッサ４６０は、ユーザによる入力装置４２０を用いた操作に応答して、スケジュール作成のためのアプリケーションソフトウェアを起動して、図１１に示すような設定画面７６０を表示装置４３０に表示させる。ユーザは、この設定画面７６０上で、作業

スケジュールの作成に必要な情報を入力することができる。

[0099] 図１１は、農作業として、稲作用の圃場において肥料の散布を伴う耕耘が行われる場合の設定画面７６０の一例を示している。設定画面７６０は、図示されるものに限定されず、適宜変更が可能である。図１１の例における設定画面７６０は、日付設定部７６２、作付計画選択部７６３、圃場選択部７６４、作業選択部７６５、作業者選択部７６６、時間設定部７６７、機械選択部７６８、肥料選択部７６９、および散布量設定部７７０を含む。

[0100] 日付設定部７６２には、入力装置４２０によって入力された日付が表示される。入力された日付が農作業の実施日として設定される。

[0101] 作付計画選択部７６３には、予め作成された作付計画の名称の一覧が表示される。一覧の中から所望の作付計画をユーザが選択することが可能である。作付計画は、作物の種類・品種ごとに予め作成され、管理装置６００の記憶装置６５０に記録される。作付計画は、どの作物をどの圃場に作付けするか（すなわち植え付けるか）という計画である。作付計画は、作物を圃場に作付けする前に、複数の圃場を管理する管理者等によって行われる。図１１の例では、稲の品種「こしいぶき」の作付計画が選択されている。この場合、設定画面７６０で設定される内容は、「こしいぶき」の作付計画に関連付けられる。

[0102] 圃場選択部７６４には、地図中の圃場が表示される。ユーザは、表示された圃場の中から任意の圃場を選択できる。図１１の例では、「圃場Ａ」を示す部分が選択されている。この場合、選択された「圃場Ａ」が、農作業が行われる圃場として設定される。

[0103] 作業選択部７６５には、選択された作物を栽培するために必要な複数の農作業が表示される。ユーザは、複数の農作業の中から１つの農作業を選択することができる。図１１の例では、複数の農作業の中から「耕耘」が選択されている。この場合、選択された「耕耘」が、実施される農作業として設定される。

[0104] 作業者選択部７６６には、予め登録された作業者が表示される。ユーザは

、表示された複数の作業者の中から一人以上の作業者を選択することができる。図１１の例では、複数の作業者のうち、「作業者Ｂ、作業者Ｃ」が選択されている。この場合、選択された「作業者Ｂ、作業者Ｃ」が、その農作業を実施または管理する担当の作業者として設定される。なお、本実施形態では、農業機械は自動で農作業を行うため、作業者は実際には農作業を行わず、農業機械が実行する農作業を遠隔で監視するだけであってもよい。

[0105] 時間設定部７６７には、入力装置４２０から入力された作業時間が表示される。作業時間は、開始時刻および終了時刻によって指定される。入力された作業時間が、農作業が実行される予定時間として設定される。

[0106] 機械選択部７６８は、その農作業において使用される農業機械を設定する部分である。機械選択部７６８には、例えば、予め管理装置６００によって登録された農業機械の種類または型式、および使用可能なインプルメントの種類または型式等が表示され得る。ユーザは、表示された機械の中から、特定の機械を選択することができる。図１１の例では、型式が「ＮＷ４５１１」であるインプルメントが選択されている。この場合、そのインプルメントが、当該農作業において使用される機械として設定される。

[0107] 肥料選択部７６９には、予め管理装置６００によって登録された複数の肥料の名称が表示される。ユーザは、表示された複数の肥料の中から特定の肥料を選択することができる。選択された肥料が当該農作業において使用される肥料として設定される。

[0108] 散布量設定部７７０には、入力装置４２０から入力された数値が表示される。入力された数値が散布量として設定される。

[0109] 設定画面７６０において、作付計画、圃場、農作業、作業者、作業時間、肥料、散布量が入力され、「登録」が選択されると、端末装置４００の通信装置４９０は、入力された情報を管理装置６００に送信する。管理装置６００のプロセッサ６６０は、受信した情報を記憶装置６５０に記憶させる。プロセッサ６６０は、受信した情報に基づいて、各農業機械に実行させる農作業のスケジュールを作成し、記憶装置６５０に記憶させる。

[0110] なお、管理装置６００によって管理される農作業の情報は上述したものに限定されない。例えば、圃場で使用される農薬の種類および散布量を設定画面７６０で設定できるようにしてもよい。図１１に示す農作業以外の農作業に関する情報を設定できるようにしてもよい。

[0111] 図１２は、管理装置６００によって作成される農作業のスケジュールの例を示す図である。この例におけるスケジュールは、登録された農業機械ごとに、農作業が行われる日および時間、圃場、作業内容、および使用されるインプルメントを示す情報を含む。スケジュールは、図１２に示す情報以外にも、作業内容に応じた他の情報、例えば農薬の種類または農薬の散布量などの情報を含んでいてもよい。このようなスケジュールに従い、管理装置６００のプロセッサ６６０は、農業機械１００に農作業の指示を出す。スケジュールは、農業機械１００の制御装置１８０によってダウンロードされ、記憶装置１７０にも格納され得る。その場合、制御装置１８０は、記憶装置１７０に格納されたスケジュールに従って自発的に動作を開始してもよい。

[0112] 本実施形態では、作業計画は管理装置６００によって作成されるが、作業計画は他の装置によって作成されてもよい。例えば、端末装置４００のプロセッサ４６０または農業機械１００における制御装置１８０が作業計画を生成または更新する機能を備えていてもよい。

[0113] ［２－３．経路計画］

次に、本実施形態における経路計画の動作の例をより詳細に説明する。

[0114] 本実施形態における管理装置６００は、農業機械１００のための経路計画システムとして機能する。記憶装置６５０は、複数の圃場、複数の待機場所、および複数の圃場と複数の待機場所とを結ぶ道を含む地図を記憶する。管理装置６００のプロセッサ６６０は、地図上における農業機械１００の経路（前述の大域的経路）を生成する処理装置として機能する。管理装置６００は、作業計画に基づいて、各作業日における農業機械１００の経路を生成する。例えば、管理装置６００は、作業計画が示す各作業日における農作業の予定に従って、各作業日における圃場間の経路、および圃場と待機場所とを

結ぶ経路を生成する。

[0115] 図１３は、経路計画時に参照される地図の一例を示す図である。この地図は、２次元のデジタル地図であり、管理装置６００または他の装置によって生成され得る。図１３に示す地図は、農業機械１００が農作業を行う複数の圃場７０およびその周辺の道７６における各点の位置（例えば緯度および経度）の情報を含む。この地図は、さらに、農業機械１００が一時的に待機する複数の待機場所９０の位置情報も含む。待機場所９０は、例えば、農業管理システムの管理者によって予め登録され、記憶装置６５０に記録される。図１３に示すような地図は、農業機械１００が走行し得る地域の全体にわたって作成され得る。なお、図１３に示す地図は２次元の地図であるが、３次元の地図を経路計画に利用してもよい。

[0116] 待機場所９０は、例えば複数の農業機械が共同で利用する場所であり得る。待機場所９０は、例えば、農業管理システムを運営する事業者、農業協同組合、または市町村が管理・運営する駐車場または車庫などの施設であってもよい。待機場所９０が夜間に施錠される施設であれば、待機場所９０で停車中の農業機械の盗難を予防することができる。いずれかの圃場の一部が待機場所９０として利用されてもよい。図１３には、３つの待機場所９０が例示されているが、２つまたは４つ以上の待機場所９０が設けられていてもよい。

[0117] 管理装置６００は、各作業日における農作業が開始する前に、その作業日に農作業が予定されている圃場を含む領域の地図を記憶装置６５０から読み出し、当該地図に基づいて農業機械１００の経路（大域的経路）を生成する。

[0118] 図１４は、生成される経路の一例を示す図である。図１４には、ある作業日に農作業が行われる圃場群７０Ａと、次の作業日に農作業が行われる圃場群７０Ｂと、さらに次の作業日に農作業が行われる圃場群７０Ｃとが例示されている。図１４には、農業機械１００が待機するための３つの待機場所９０Ａ、９０Ｂ、９０Ｃも例示されている。図１４においては、説明の便宜上

、圃場群７０Ａ、７０Ｂ、７０Ｃ、および待機場所９０Ａ、９０Ｂ、９０Ｃが、互いに比較的近くに位置しているように描かれている。現実には、これらの圃場群７０Ａ、７０Ｂ、７０Ｃ、および待機場所９０Ａ、９０Ｂ、９０Ｃの相互の距離は長くてもよく、例えば５００ｍから１０ｋｍ、またはそれ以上であってもよい。

[0119] 図１４において、管理装置６００によって生成される経路のうち、道７６上に生成される経路が矢印で示されている。圃場内に生成される経路の図示は省略されている。圃場内の経路については、図７を参照して説明したように、圃場外の経路とは別に生成される。管理装置６００は、圃場外の経路と、圃場内の経路とを接続することによって全体の大域的経路を生成する。図１４における実線矢印は、ある作業日における農業機械１００の経路の例を示している。破線矢印は、次の作業日における農業機械１００の経路の例を示している。

[0120] 図１４に示す例では、管理装置６００は、待機場所９０Ａを出発地点として、圃場群７０Ａを順に経由して待機場所９０Ｂに至る経路を一作業日の経路として生成する。これは、次の作業日において農作業が予定されている圃場群７０Ｂに最も近い待機場所が待機場所９０Ｂであるからである。管理装置６００は、次の作業日の経路として、待機場所９０Ｂを出発地点として、圃場群７０Ｂを順に経由して待機場所９０Ｃに至る経路を生成する。これは、さらに次の作業日において農作業が予定されている圃場群７０Ｃに最も近い待機場所が待機場所９０Ｃであるからである。このように、管理装置６００は、各作業日において最後に農作業が行われる圃場から、次の作業日において農作業が行われる圃場群からの平均的な距離が最も短い待機場所までの経路を生成する。農業機械１００は、生成された経路に沿って走行する。

[0121] 図１４に示す例では、ある作業日において、農業機械１００は、待機場所９０Ａを出発して、その日に農作業が予定されている圃場群７０Ａを順に訪れ、スケジュールに示された農作業を各圃場で実行する。各圃場において、農業機械１００は、例えば図７から図９Ｄを参照して説明した方法で、作業

走行経路に沿って自動走行を行いながら、農作業を行う。１つの圃場において農作業が終了すると、農業機械１００は次の圃場に入り、同様に農作業を行う。このようにして、その日の最後の圃場での農作業が終了すると、農業機械１００は、待機場所９０Ａに移動する。農業機械１００は、次の作業日まで待機場所９０Ａで待機する。次の作業日において、農業機械１００は、待機場所９０Ａを出発して、その日に農作業が予定されている圃場群７０Ｂを順に訪れ、スケジュールに示された農作業を各圃場で実行する。その日の最後の圃場での農作業が終了すると、農業機械１００は、待機場所９０Ｂに移動し、さらに次の作業日まで待機場所９０Ｂで待機する。さらに次の作業日においても同様に、農業機械１００は、待機場所９０Ｂを出発して、圃場群７０Ｃで順に農作業を行った後、所定の待機場所に向かう。このような動作により、スケジュールに従って、最適な経路で効率的に農業機械１００を移動させながら予定された農作業を完了することができる。この例のように、複数の待機場所を設けることにより、毎回同一の場所（例えば保管庫）に帰還する場合と比較して、農業機械１００の移動に要する時間および燃料の消費量を抑えることができる。結果として、複数の作業日にわたる一連の農作業を効率化することができる。

[0122] 次に、図１５を参照しながら、大域的経路の生成方法の例をさらに詳細に説明する。図１５は、ある作業日において生成される大域的経路の一例を示す図である。この例では、管理装置６００は、待機場所９０から、４つの圃場７０を経由して待機場所９０に戻る経路を生成する。管理装置６００は、圃場７０内に第１経路３０Ａを生成し、圃場７０の周辺の道７６上に第２経路３０Ｂを生成する。図１５において、左下の圃場７０についてのみ、第１経路３０Ａが示されており、他の圃場７０における第１経路の図示は省略されている。

[0123] 管理装置６００は、地図上の各圃場７０の内部に、図１５において実線矢印で示すような第１経路３０Ａを生成する。管理装置６００は、第１経路３０Ａを、図７を参照して説明したように、ユーザによる事前の設定に基づい

て生成する。第１経路３０Ａは、開始地点Ｓから終了地点Ｇまで、往復を繰り返しながら作業領域７２の全体をカバーするように生成され得る。第１経路３０Ａにおける列の間隔は、農業機械１００およびインプルメント３００の幅および旋回性能を考慮して決定され得る。管理装置６００は、圃場７０内の第１経路３０Ａを、登録された圃場７０に関する情報に基づいて生成する。例えば、管理装置６００は、登録された圃場７０の外形および面積、ならびにユーザによって設定された作業領域７３および枕地７４の範囲等の情報に基づいて、第１経路３０Ａを生成する。第１経路３０Ａは、例えば、農業機械１００による自動運転の運用を開始する前に、圃場７０ごとに生成され得る。

[0124] 管理装置６００は、さらに、待機場所９６から圃場７０までの経路、および、複数の圃場７０を結ぶ経路を、第２経路３０Ｂとして生成する。図１５の例において、管理装置６００は、道７６に加えて、圃場７０の入口に第２経路３０Ｂを生成し、且つ、入口に生成した第２経路３０Ｂと第１経路３０Ａの開始地点Ｓとを結ぶ第３経路３０Ｃを生成する。管理装置６００はまた、道７６に加えて、圃場７０の出口に第２経路３０Ｂを生成し、且つ、出口に生成した第２経路３０Ｂと第１経路３０Ａの終了地点Ｇとを結ぶ第４経路３０Ｄを生成する。図１５に示す例では、圃場７０の入口と出口とが共通しており、以下、これを出入口７１と表記する。各圃場７０は、複数の出入口７１を有していてもよく、入口と出口とが異なる箇所に設けられていてもよい。環境地図は、各圃場７０の位置情報に加えて、各圃場７０の出入口７１（あるいは入口および出口）の位置情報も含んでいる。管理装置６００は、その位置情報に基づいて、第２経路３０Ｂを生成することができる。管理装置６００は、第３経路３０Ｃおよび第４経路３０Ｄを、圃場７０において農作業が既に行われた領域を除く領域に生成する。これにより、農作業が既に行われた作業領域７２が農業機械１００によって踏み荒らされることを回避することができる。

[0125] 管理装置６００は、上記の経路生成処理を各圃場７０およびその周辺の道

７６について実行することにより、所定期間（例えば半日、一日、三日など）における全ての経路を生成することができる。例えば、各作業日において、管理装置６００は、その作業日に予定されている全ての農作業を完了するために必要な全ての経路を、農業機械１００の走行開始前に生成してもよい。あるいは、管理装置６００は、各作業日に予定されている農作業の一部を実施するための経路をまず生成し、当該農作業の一部が終了した後、その作業日における残りの農作業を実施するための経路を生成してもよい。さらに、管理装置６００は、複数の作業日に予定されている全ての農作業を完了するために必要な全ての経路を一度に生成してもよい。管理装置６００は、一旦生成した経路を、農作業の進捗状況、気象状況、交通状況、または農道の状態などの種々の状況に応じて、変更してもよい。

[0126] 管理装置６００は、所定の経路生成アルゴリズムに従って道７６に沿った第２経路３０Ｂを生成する。管理装置６００は、例えばダイクストラ法またはＡ*法などの探索アルゴリズムに基づく経路生成アルゴリズムに従って第２経路３０Ｂを生成することができる。管理装置６００は、作業計画に基づく所定のタイミングで第２経路３０Ｂを自動で生成してもよいし、ユーザからの指示に応じて第２経路３０Ｂを生成してもよい。管理装置６００は、圃場７０に向かう道７６（例えば農道）の状態に応じて第２経路３０Ｂを決定してもよい。例えば、圃場７０に向かう道に沿って樹木が生い茂り、ＧＮＳＳ衛星からの電波の受信を妨げるおそれがある場合には、管理装置６００は、そのような道を除外して第２経路３０Ｂを生成してもよい。

[0127] 以上の動作により、管理装置６００は、農業機械１００の出発地点から、１つ以上の圃場７０を経由して、終着地点に至る大域的経路を生成することができる。管理装置６００は、例えば所定の期間（一日、半日、３時間等）ごとに農業機械１００の経路を生成してもよい。管理装置６００は、予め作成されたスケジュールに従って、農業機械１００が、指定された時刻に指定された圃場７０で農作業を実行するように、農業機械１００の大域的経路を生成する。生成された大域的経路の情報は、農業機械１００に送信され、記

憶装置１７０に記録される。自動運転制御を行うＥＣＵ１８４は、大域的経路に沿って農業機械１００が走行するように、ＥＣＵ１８１および１８２を制御する。これにより、農業機械１００は、大域的経路に沿って走行を開始する。

[0128] 農業機械１００が圃場外を走行しているとき、大域的経路上またはその付近に、歩行者または他の車両などの障害物が存在することがある。農業機械１００が障害物に衝突することを回避するために、制御装置１８０におけるＥＣＵ１８５は、農業機械１００の走行中、障害物を回避可能な局所的経路を逐次生成する。ＥＣＵ１８５は、農業機械１００が走行しているとき、農業機械１００が備えるセンシング装置（障害物センサ１３０、ＬｉＤＡＲセンサ１４０、およびカメラ１２０等）によって取得されたセンシングデータに基づいて、局所的経路を生成する。局所的経路は、大域的経路の一部に沿った複数のウェイポイントによって規定される。ＥＣＵ１８５は、センシングデータに基づいて、農業機械１００の進路上またはその付近に障害物が存在するか否かを判断する。そのような障害物が存在する場合、ＥＣＵ１８５は、障害物を避けるように複数のウェイポイントを設定して局所的経路を生成する。障害物が存在しない場合、ＥＣＵ１８５は、大域的経路にほぼ平行に局所的経路を生成する。生成された局所的経路を示す情報は、自動運転制御用のＥＣＵ１８４に送られる。ＥＣＵ１８４は、局所的経路に沿って農業機械１００が走行するように、ＥＣＵ１８１およびＥＣＵ１８２を制御する。これにより、農業機械１００は、障害物を回避しながら走行することができる。なお、農業機械１００が走行する道路に信号機が存在する場合、農業機械１００は、例えばカメラ１２０が撮影した画像に基づいて信号機を認識し、赤信号で停止し、青信号で発進する、といった動作を行ってもよい。

[0129] 図１６は、障害物が存在する環境で生成される大域的経路および局所的経路の一例を示す図である。図１６において、大域的経路３０が点線矢印で例示され、走行中に逐次生成される局所的経路３２が実線矢印で例示されている。大域的経路３０は、複数のウェイポイント３０ｐによって規定される。

局所的経路３２は、ウェイポイント３０ｐよりも短い間隔で設定された複数のウェイポイント３２ｐによって規定される。各ウェイポイントは、例えば、位置および向きの情報を有する。管理装置６００は、複数のウェイポイント３０ｐを、道７６の交差点を含む複数の箇所に設定することによって大域的経路３０を生成する。ウェイポイント３０ｐの間隔は、比較的長く、例えば数メートルから数十メートル程度であってもよい。ＥＣＵ１８５は、農業機械１００の走行中、センシング装置から出力されたセンシングデータに基づいて、複数のウェイポイント３２ｐを設定することにより、局所的経路３２を生成する。局所的経路３２におけるウェイポイント３２ｐの間隔は、大域的経路３０におけるウェイポイント３０ｐの間隔よりも短い。ウェイポイント３２ｐの間隔は、例えば、数十センチメートル（ｃｍ）から数メートル（ｍ）程度であり得る。局所的経路３２は、農業機械１００の位置を起点とする比較的狭い範囲（例えば数メートル程度の範囲）内に生成される。図１６には、農業機械１００が圃場７０の間の道７６に沿って走行し、交差点で左折する間に生成される一連の局所的経路３２が例示されている。ＥＣＵ１８５は、農業機械１００の移動中、ＥＣＵ１８４によって推定された農業機械１００の位置から、例えば数メートル先の地点までの局所的経路を生成する動作を繰り返す。農業機械１００は、逐次生成される局所的経路に沿って走行する。

[0130] 図１６に示す例では、農業機械１００の前方に障害物４０（例えば人）が存在する。図１６には、農業機械１００に搭載されたカメラ１２０、障害物センサ１３０、またはＬｉＤＡＲセンサ１４０などのセンシング装置によってセンシングされる範囲の一例が扇形で例示されている。このような状況において、ＥＣＵ１８５は、センシングデータに基づいて検出された障害物４０を回避するように、局所的経路３２を生成する。ＥＣＵ１８５は、例えば、センシングデータと、農業機械１００の幅（インプルメントが装着されている場合はインプルメントの幅も含む）とに基づいて、農業機械１００が障害物４０に衝突する可能性があるかを判断する。農業機械１００が障害物４

０に衝突する可能性がある場合、ＥＣＵ１８５は、その障害物４０を避けるように複数のウェイポイント３２ｐを設定して局所的経路３２を生成する。なお、ＥＣＵ１８５は、障害物４０の有無だけでなく、路面の状態（例えば、ぬかるみ、陥没等）をセンシングデータに基づいて認識し、走行が困難な箇所が検出された場合、そのような箇所を回避するように局所的経路３２を生成してもよい。農業機械１００は、局所的経路３２に沿って走行する。局所的経路３２をどのように設定しても障害物４０を回避できない場合、制御装置１８０は、農業機械１００を停止させてもよい。このとき、制御装置１８０は、端末装置４００または管理装置６００に警告信号を送信して監視者に注意喚起を行ってもよい。停止後、障害物４０が移動して衝突のおそれがなくなったことを認識した場合、制御装置１８０は、農業機械１００の走行を再開してもよい。

[0131] ［２－４．状況に応じた待機場所の決定］

次に、農業機械の待機場所を決定する方法のより詳細な例を説明する。以下の説明では、農業機械１００を含む複数の農業機械が、比較的広い地域内で自動運転を行い、その地域における複数の圃場で農作業を自動で行う例を説明する。農業機械は、例えば、気象条件の異なる複数の地域を含む広い領域内で自動運転を行ってもよい。そのような農業機械は、各地域における複数の圃場において、ユーザに代行して農作業を行うサービスに利用されてもよい。

[0132] 図１７は、農業機械が農作業を行う地域の地図の一例を示す図である。なお、図１６に示す地図は、国土地理院が作成した空中写真を加工して作成された説明用の地図である。実際に用いられる地図は、国土地理院が作成した空中写真に基づいているとは限らず、任意のデータ形式を有していてよい。地図は、農業機械が移動する地域の全体にわたって生成され、記憶装置６５０に記録される。

[0133] 図１７に示す地図は、複数の圃場７０、複数の待機場所９０、およびそれらの周辺の道７６における各点の位置（例えば緯度および経度）の情報を含

む。図１７に示す地図には、待機場所９０の位置が△のマークで示されている。待機場所９０は、例えば、農業管理システムを運営する事業者が管理する倉庫、車庫、または駐車場などの施設であり得る。いずれかの圃場の一部が待機場所９０として利用されてもよい。

[0134] 各農業機械は、管理装置６００の管理下で自動運転を行い、それぞれに割り当てられた農作業を実行する。地図は、管理装置６００の管理下で運用される全ての農業機械が移動する地域の全体をカバーするように予め作成される。各農業機械は、例えば前述の農業機械１００のようなトラクタであってもよいし、田植機、コンバイン、野菜収穫機、または農業用ドローンなどの、他の種類の農業用の移動体であってもよい。

[0135] 図１７には、５つの待機場所９０が例示されている。待機場所９０は、例えば数百メートルから数キロメートル程度の間隔で設定され得る。待機場所９０の数および分布は、運用される農業機械の台数、圃場７０の分布、農業機械が運用される地域の広さ、および道路交通環境等の種々の条件に応じて決定される。待機場所９０は、例えば農業管理システムの管理者等によって登録される。各待機場所９０の位置情報および各待機場所９０に対応する圃場群を示す情報が記憶装置６５０に予め記録される。

[0136] 本実施形態における管理装置６００は、複数の圃場７０における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す情報に基づいて、各作業日において各農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、複数の待機場所９０の中から決定する。管理装置６００は、その作業日に最後の農作業が行われる圃場から当該特定の待機場所までの経路を生成する。これにより、各作業日において農業機械が最後の農作業を行った後に向かう特定の待機場所を、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、または気象状況などの種々の状況に応じて適切に選択することができる。

[0137] 作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、または気象状況は、作業計画に影響を及ぼす。例えば、作物の生育または農作業の進捗が予定よりも

早いまたは遅い場合、作業計画を見直す必要性が生じる。あるいは、悪天候のために当初予定されていた農作業を行うことができなかった場合、その後の作業計画を見直す必要性が生じる。また、作物の品種によって最適な農作業の時期が異なる場合、作付けされている作物の品種に応じて作業計画を調整する必要性が生じることがある。

[0138] 上記のような場合に備えて、本実施形態における管理装置６００は、各圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つをモニタリングする。管理装置６００は、農業機械の各作業日における経路を生成するとき、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つに基づいて、その作業日における作業終了後の待機場所を決定する。例えば、管理装置６００は、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つに基づいて、複数の待機場所のそれぞれの周囲に位置する圃場における作業日の分布を決定する。管理装置６００は、決定した作業日の分布に基づいて、各作業日において農業機械が最後の農作業を行った後に向かう特定の待機場所を決定する。管理装置６００は、例えば、各作業日における特定の待機場所を決定するとき、各待機場所の周囲に位置する圃場における作業日の分布に基づいて、次の作業日に農作業が行われる圃場群を特定し、その圃場群に最も近い待機場所を上記特定の待機場所として決定してもよい。ここで、圃場群に最も近い待機場所とは、複数の待機場所のうち、当該圃場群に含まれる複数の圃場からの直線距離または移動距離の平均値が最小である待機場所を意味する。そのような動作により、農業機械の移動距離を短くし、移動時間の短縮および燃料消費量の低減などの効果を得ることができる。

[0139] 本実施形態においては、複数の待機場所と、複数の圃場との対応関係を示すデータ（例えばテーブル）が記憶装置６５０に予め記録されている。図１８は、待機場所と圃場との対応関係の一例を示すテーブルの一例を示す図である。このテーブルでは、１００の圃場（圃場＃１～＃１００）のうち、圃場＃１～＃３０は待機場所Ａに対応付けられ、圃場＃３１～＃６０は待機場

所Ｂに対応付けられ、圃場＃６１～＃１００は待機場所Ｃに対応付けられている。以下の説明において、ある圃場とある待機場所とが対応付けられているとき、その圃場がその待機場所に「属する」と表現する。図１８に示すようなテーブルは、例えば、圃場＃１～＃３０に最も近い待機場所が待機場所Ａであり、圃場＃３１～＃６０に最も近い待機場所が待機場所Ｂであり、圃場＃６１～＃１００に最も近い待機場所が待機場所Ｃである場合に生成され得る。管理装置６００は、このようなテーブルを参照することで、次の作業日に予定されている農作業が行われる圃場群に近い待機場所を決定することができる。なお、図１８に示すテーブルは一例であり、待機場所の数は３に限らず、４以上でもよい。また、各待機場所に対応付けられる圃場の数は任意であり、図示される数に限定されない。この点は以降の図においても同様である。

[0140] 図１９は、待機場所と圃場との対応関係を明示した地図の一例を示す図である。待機場所９０Ａに属する圃場群７０Ａと、待機場所９０Ｂに属する圃場群７０Ｂと、待機場所９０Ｃに属する圃場群７０Ｃとが、異なる模様で示されている。このように、農業機械１００によって自動で農作業が行われる圃場の各々は、その圃場に比較的近い１つの待機場所に対応付けられる。なお、各圃場は、必ずしも最も近い待機場所に対応付けられる必要はない。作付けされる作物または所有者などの属性に応じて近隣の圃場を同じグループとしてまとめた方がよい場合がある。そのような場合、個々の圃場ではなく圃場のグループを１つの待機場所と対応付けてもよい。そのような形態では、グループ内の一部の圃場が、最も近い待機場所とは異なる待機場所（例えば２番目に近い待機場所）に対応付けられる場合もある。

[0141] 本実施形態における管理装置６００は、一人以上のユーザから取得したデータに基づいて、例えば図１２に例示されるような作業計画を農業機械ごとに生成する。管理装置６００は、その作業計画に基づいて、各農業機械の各作業日における経路を決定し、当該経路に沿って移動して農作業を実行するように各農業機械に指示する。作業計画は、各農業機械が農作業を行う複数

の圃場における作業日の分布を定める。管理装置６００は、作業計画が示す作業日の分布に従って、各作業日において各農業機械が農作業を終了した後に移動する特定の待機場所を決定する。特定の待機場所を決定するにあたり、管理装置６００は、各圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、または気象状況などの種々の状況を示す情報（例えばテーブル等のデータ）を参照する。管理装置６００は、それらの状況に応じて作業計画を更新し、更新された作業計画が示す作業日の分布に従って農業機械の各作業日における待機場所および経路を決定する。管理装置６００は、それらの状況を、例えば作業日ごと、または一定の時間ごとに確認し、状況に応じて作業計画を修正し、修正した作業計画に応じて各作業日における待機場所を決定してもよい。

[0142] 以下、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、または気象状況に応じて待機場所を決定する方法の具体例を説明する。

[0143] 図２０は、各圃場における作物の生育状況を管理するテーブルの一例を示す図である。このテーブルは、各圃場における作物の生育状況（例えば平均の草丈）および予定作業日の情報を含む。作物の生育状況に関するデータは、例えばＬｉＤＡＲセンサまたはカメラを搭載したドローンなどの移動体によって取得され得る。生育状況は、作物の草丈に限らず、例えば植生指数のような他の指標で表現されていてもよい。管理装置６００は、各圃場における作物の生育状況に応じて、各圃場における収穫などの農作業の予定作業日を決定し、テーブルに書き込む。例えば、管理装置６００は、作物の生育が早い圃場ほど早く作業が行われるように各圃場の作業日を決定する。図２０に示す例では、待機場所Ｂに属する圃場＃３１～＃６０における作物の生育が相対的に早く、待機場所Ｃに属する圃場６１～１００における作物の生育が相対的に遅い。このような場合、管理装置６００は、待機場所Ｂに属する圃場＃３１～＃６０の作業日を早くし、待機場所Ｃに属する圃場＃６１～＃１００の作業日を遅くする。なお、図２０に示すテーブルには、説明の便宜上、各圃場がどの待機場所に対応するかを示す情報が含まれているが、その

情報が省略されていてもよい。図１８に示すように、圃場と待機場所との対応関係が、別のテーブルに記録されている場合、図２０に示すテーブルには、待機場所の情報が含まれていなくてもよい。この点については、以降の図においても同様である。

[0144] 図２１は、図２０に示す生育状況における複数の圃場の作業日の分布の例を示すテーブルである。管理装置６００は、各待機場所に属する圃場のうち、農作業が行われる圃場の数を作業日ごとに集計する。管理装置６００は、例えば、作業日ごとに、周辺に農作業が行われる圃場の数が最も多い待機場所を、その日の最後の農作業が終了した後に農業機械が向かう特定の待機場所として決定する。図２１の例では、管理装置６００は、９月１日から９月５日までは待機場所Ｂを、９月６日から９月１０日までは待機場所Ａを、９月１１日から９月１５日までは待機場所Ｃを、特定の待機場所として決定する。

[0145] このように、図２０および図２１に示す例においては、管理装置６００は、複数の圃場における作物の生育状況に応じて、作業日の分布を更新し、更新した作業日の分布に基づいて各作業日における特定の待機場所を決定する。これにより、例えば作物の生長の早い圃場から順に農作業を行うように各圃場の作業日を設定することができ、且つ、農業機械の総移動距離を短くし、より効率的に農作業を実行することが可能になる。

[0146] 図２２は、各圃場における農作業の進捗状況を管理するテーブルの一例を示す図である。このテーブルは、各圃場における特定の農作業の進捗状況および予定作業日の情報を含む。進捗状況は、例えば、その時点で農作業が既に完了しているか否かを示すステータスの情報によって表現され得る。図２２に示す例では、農作業が耕耘であり、進捗状況が「耕耘未」または「耕耘済」などのステータスによって表現されている。この例では、管理装置６００は、進捗状況が「耕耘未」である圃場について、予定作業日を決定し、テーブルにその情報を書き込む。管理装置６００は、定期的に（例えば毎日）、耕耘が完了していない圃場について、翌日以降の作業日を決定し、テーブ

ルを更新する。図２２の例では、待機場所Ｃに近い圃場＃６１～＃１００における作業は既に完了している。このような場合、作業が未完了の残りの圃場について、例えばその時点における農業機械の位置に近い圃場から順に農作業が行われるように作業日が決定され得る。農業機械が耕耘を完了した圃場については、進捗状況が「耕耘未」から「耕耘済」に変更される。進捗状況の変更は、例えば農業機械から送信される作業完了通知などの情報に基づいて自動で行われ得る。あるいは、農業機械の位置情報に基づいて農業機械が作業を終えて圃場から出たことを検知した場合に作業が完了したと判断して進捗状況を変更してもよい。

[0147] 図２３は、図２２に示す例に対応する複数の圃場の作業日の分布の例を示す図である。管理装置６００は、作業日ごとに、周辺で農作業が行われる圃場の数が最も多い待機場所を特定の待機場所として決定する。この例では、４月１９日および４月２０日においては、待機場所Ｂに属する圃場でのみ農作業が予定されているため、待機場所Ｂが特定の待機場所として決定される。４月２１日および４月２２日においては、待機場所Ａに属する圃場でのみ農作業が予定されているため、待機場所Ａが特定の待機場所として決定される。このようにして作業日の分布が決められた後も、作業が予定通りに進まず、作業の進捗が予定よりも遅れる場合がある。その場合、管理装置６００は、進捗状況を更新し、更新された進捗状況に基づいて、各圃場における作業日を修正する。

[0148] このように、図２２および図２３に示す例においては、管理装置６００は、複数の圃場における農作業の進捗状況に応じて、作業日の分布を更新し、更新した作業日の分布に基づいて各作業日における特定の待機場所を決定する。これにより、例えば農作業の進捗に合わせて、適切な待機場所を決定し、経路計画を最適化することができる。これにより、農業機械の総移動距離を短くし、より効率的に農作業を実行することが可能になる。

[0149] 図２４は、作付け情報と、各待機場所に属する圃場の数との対応関係の例を示す図である。作付け情報は、例えば、作付けされる作物の品種を表す。

図２４の例では、「こしひかりＡ」、「こしひかりＢ」、「ひのひかり」といった稲の品種が作付け情報として記録されている。このような場合、管理装置６００は、同一の品種の作物が作付けされる圃場における農作業が短期間で集中的に行われるように、各圃場における作業日を決定する。図２４に示す例では、「こしひかりＡ」が作付けされる圃場は待機場所Ｂの周辺に集中し、「こしひかりＢ」が作付けされる圃場は待機場所Ａの周辺に集中し、「ひのひかり」が作付けされる圃場は待機場所Ｃの周辺に集中している。「こしひかりＡ」、「こしひかりＢ」、「ひのひかり」の順に、代掻きまたは田植え等の農作業が行われるものとする。この場合、管理装置６００は、待機場所Ｂの周辺の圃場における作業日を早くし、次いで待機場所Ａの周辺の圃場における作業日を設定し、待機場所Ｃの周辺の圃場における作業日を遅くする。

[0150] 図２５は、図２４に示す例に対応する複数の圃場の作業日の分布を示す図である。この例では、管理装置６００は、農業機械が、待機場所Ｂに属する圃場群、待機場所Ａに属する圃場群、待機場所Ｃに属する圃場群の順に移動するように、各圃場における作業日を決定する。その結果、管理装置６００は、４月１９日から４月２１日までは待機場所Ｂを、４月２２日から４月２７日までは待機場所Ａを、４月２８日から５月３日までは待機場所Ｃを、特定の待機場所として決定する。

[0151] このように、図２４および図２５に示す例においては、管理装置６００は、複数の圃場における作付状況に応じて、作業日の分布を更新し、更新した作業日の分布に基づいて各作業日における特定の待機場所を決定する。これにより、例えば同一の品種の作物が作付けされた圃場における農作業を短期間で集中的に行う必要がある場合に、適切な待機場所を決定し、経路計画を最適化することができる。結果として、農業機械の総移動距離を短くし、より効率的に農作業を実行することが可能になる。

[0152] 図２６は、各作業日における気象状況と特定の待機場所との関係の例を示す図である。この例では、待機場所Ａ、Ｂ、Ｃは、気象状況が異なる程度に

互いに離れている。管理装置６００は、例えば、気象データを配信するサーバコンピュータから、インターネット等のネットワークを介して、各待機場所が位置する地点の気象データを取得する。図２６の例では、４月１９日から数日間は、待機場所Ｂの地点のみ晴天が続き、待機場所ＡおよびＣのそれぞれの地点では、少なくともいずれかの日に雨が降る見込みである。その後は、待機場所ＡおよびＢでは晴れ、待機場所Ｃでは雨から次第に天気が回復する。このような場合、管理装置６００は、まず待機場所Ｂの周辺の圃場で農作業が行われ、次に待機場所Ａの周辺の圃場で農作業が行われ、さらにその後、待機場所Ｃの周辺の圃場で農作業が行われるように、各圃場における作業日を決定する。

[0153] 図２７は、図２６に示す例において農作業（この例では耕耘）が行われる日と、選択される特定の待機場所の例を示す図である。この例では、４月１９日から４月２１日は、待機場所Ｂの周辺の圃場で耕耘が行われるため、待機場所Ｂが特定の待機場所として選択される。４月２２日から４月２４日は、待機場所Ａの周辺の圃場で耕耘が行われるため、待機場所Ａが特定の待機場所として選択される。４月２５日から４月２６日は、待機場所Ｃの周辺の圃場で耕耘が行われるため、待機場所Ｃが特定の待機場所として選択される。

[0154] このように、図２６および図２７に示す例においては、管理装置６００は、複数の待機場所のそれぞれが位置する地点における気象状況に応じて、作業日の分布を更新し、更新した作業日の分布に基づいて各作業日における特定の待機場所を決定する。これにより、例えば天気の悪い場所における農作業を避け、天気の良い場所における農作業を優先的に行うことが可能になる。天候の悪化によって当初予定されたスケジュールを変更する必要がある場合でも、適切な待機場所を決定し、経路計画を最適化することができる。これにより、農業機械による農作業をより効率的に実行することが可能になる。

[0155] 図２０から図２７に示す各例では、管理装置６００は、各圃場における作

物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況のいずれかに応じて、特定の待機場所を決定する。そのような動作に代えて、管理装置６００は、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況のうちの任意の２つ以上に基づいて特定の待機場所を決定してもよい。それらの状況を複合的に考慮することにより、状況に応じたより適切な経路計画が可能になり、農業機械の運行をさらに効率化することができる。

[0156] 以上のように、本実施形態における管理装置６００は、複数の圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つに基づいて、各待機場所の周囲に位置する圃場における作業日の分布を決定する。管理装置６００は、作業日の分布に基づいて、各作業日において農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を決定する。例えば、管理装置６００は、各作業日における特定の待機場所を決定するとき、作業日の分布に基づいて、次の作業日に農作業が行われる圃場群を特定し、当該圃場群に最も近い待機場所を特定の待機場所として決定してもよい。あるいは、管理装置６００は、各作業日における特定の待機場所を決定するとき、その作業日に最後の農作業が行われる第１圃場に最も近い待機場所を、特定の待機場所として決定してもよい。すなわち、管理装置６００は、その作業日に最後の農作業が行われる第１圃場に最も近い待機場所、または、作業日の分布から特定される次の作業日において最初に農作業が行われる第２圃場に最も近い待機場所を、特定の待機場所として決定してもよい。第１圃場に最も近い待機場所と、第２圃場に最も近い待機場所とが異なる場合、管理装置６００は、第１圃場に最も近い待機場所、および第２圃場に最も近い待機場所のうち、第１圃場から待機場所を経由して第２圃場まで移動するときの移動距離がより短い待機場所を、特定の待機場所として決定してもよい。これにより、圃場と待機場所との移動距離および移動時間を短縮することができるため、燃料の消費量を抑えながら、効率的な運行が可能になる。

[0157] 図２８は、本実施形態における管理装置６００による動作の例を示すフロ

ーチャートである。図２８に示すステップＳ１４１からＳ１４４の動作を実行することにより、管理装置６００は、ある作業日における農業機械の大域的経路計画を行い、農業機械に自動運転を実行させることができる。図２８に示す経路計画の動作は、農業機械の移動を開始する前の任意のタイミングで行われ得る。経路計画は、農業機械の移動開始の直前に行われてもよいし、移動開始の前日以前に行われてもよい。

[0158] ステップＳ１４１において、管理装置６００は、各圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す情報を取得する。当該情報は、管理装置６００自身が管理していてもよいし、管理装置６００とは異なる装置が管理していてもよい。作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況が、複数の装置によって分散して管理されていてもよい。ここで取得される情報は、例えば、図２０、図２２、図２４、および／または図２６に示すような情報であり得る。

[0159] ステップＳ１４２において、管理装置６００は、当該作業日において農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を決定する。例えば、管理装置６００は、ステップＳ１４１において取得した情報に基づいて、当該作業日において農作業が行われる第１圃場群を決定し、第１圃場群に最も近い第１待機場所を特定の待機場所として決定してもよい。あるいは、管理装置６００は、ステップＳ１４１において取得した情報に基づいて、次の作業日において農作業が行われる第２圃場群を決定し、第２圃場群に最も近い第２待機場所を特定の待機場所として決定してもよい。第１待機場所と第２待機場所とが異なる場合、管理装置６００は、第１待機場所および第２待機場所のうち、農業機械の移動距離が短くなる方を特定の待機場所として選択してもよい。

[0160] ステップＳ１４３において、管理装置６００は、当該作業日における経路を生成する。すなわち、管理装置６００は、当該作業日における出発地点である待機場所から、その日に農作業が行われる１つ以上の圃場を経由して、ステップＳ１４２において決定した待機場所に至る大域的経路を生成する。

この経路は、例えば、農業機械の総移動距離を最短にするように決定され得る。

[0161] ステップＳ１４４において、管理装置６００は、生成した経路の情報を含む移動指令を農業機械に送信する。この移動指令は、経路情報に加えて、例えば、どの時刻にどの圃場で農作業を実行すべきかを示すスケジュールの情報も含み得る。農業機械の制御装置は、この移動指令に応答して、指定された時刻に自動運転を開始し、指定された経路に沿って移動する。農業機械は、例えば図１６を参照して説明した方法で、障害物を回避可能な局所的経路を生成しながら、移動する。

[0162] 以上の動作により、管理装置６００は、ある作業日における農業機械の経路を生成することができる。管理装置６００は、例えば、作業日ごとに図２８に示す動作を実行することにより、各作業日における農業機械の経路を生成し、農業機械に移動を指示することができる。なお、管理装置６００は、一旦農業機械に移動指令を送った後、再び図２８に示す動作を行い、経路または待機場所を修正してもよい。例えば、農業機械の移動中に天候の急変によって当初予定されていた作業が実行できなくなる場合がある。そのような場合でも、移動開始後に図２８に示す動作を（例えば一定時間ごとに）行うことにより、待機場所および経路を適切に変更することができる。

[0163] 上記の実施形態における管理装置６００は、複数の農業機械の各作業日における経路を生成する。この場合、管理装置６００は、複数の圃場における作物の生育状況、複数の圃場における農作業の進捗状況、複数の圃場における作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す情報に基づいて、各作業日において各農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、複数の待機場所の中から決定する。管理装置６００は、最後の農作業が行われる圃場から特定の待機場所までの経路を農業機械ごとに生成する。これにより、農業機械ごとに、総移動距離を最短にする最適な経路を決定することができる。なお、農業機械は複数に限らず、単数であってもよい。

[0164] （実施形態２）

次に、本開示の第２の実施形態を説明する。以下の説明において、実施形態１と異なる点を主に説明し、重複する事項についての説明は省略する。

[0165] 図２９は、本開示の例示的な第２の実施形態による農業管理システムの概要を説明するための図である。図２９に示す農業管理システムは、複数の農業機械１００と、管理装置６００とを備える。図２９には、複数のユーザが使用する複数の端末装置４００も示されている。管理装置６００は、農業管理システムを運営する事業者が管理するコンピュータである。各農業機械１００および各端末装置４００は、ネットワーク８０を介して管理装置６００と通信することができる。図１には３台の農業機械１００が例示されているが、農業管理システムは、２台以下または４台以上の農業機械１００を含んでいてもよい。農業管理システムは、例えば、トラクタ、田植機、コンバイン、および／または農業用ドローンなどの、種類の異なる複数の農業機械を含んでいてもよい。各農業機械１００は、管理装置６００からの指示に従い、それぞれに割り当てられた農作業を、指定された圃場で実行する。

[0166] 図１に示す農業管理システムは、例えば、自動運転を行う複数の農業機械１００を用いた農作業の代行サービスに利用され得る。そのようなシステムにおいては、複数の農業機械１００の各々が、契約者である複数のユーザが管理する複数の圃場間を移動し、指定された圃場において指定された農作業を実行するように制御され得る。管理装置６００は、各ユーザがそれぞれの端末装置４００を用いて入力した農作業の概略計画を示す情報に基づいて各農業機械１００の作業計画を作成し、その作業計画に基づいて各農業機械１００の経路計画を行ってもよい。そのようなサービスに農業管理システムが利用される場合、管理装置６００は、各ユーザへの課金に関する処理を実行してもよい。なお、管理装置６００は、複数のコンピュータの集合体であってもよい。例えば、管理装置６００は、各農業機械１００の作業計画を作成するコンピュータと、各農業機械１００の経路計画を行うコンピュータと、各ユーザへの課金処理を行うコンピュータとを含んでいてもよい。

[0167] 上記のような農作業の代行サービスは、例えば国、州、地方、県、または

複数の国に跨る領域などの、広い領域にわたって提供され得る。その場合、サービスが提供される地域は、気候または気象条件の異なる複数の地域を含み得る。地域によって気温、湿度、降水量、および日照量などの気象条件が異なり得る。このため、個々の農作業（例えば、耕耘、播種、植え付け、防除、施肥、収穫など）を実行すべき時期も地域によって異なり得る。そこで、本実施形態における管理装置６００は、予め記憶装置に記録された、地域ごとの農作業の時期の目安を示す情報を取得し、その情報に基づいて、各農業機械１００が各地域において農作業を実行すべき時期を決定する。農作業の時期の目安を示す情報は、例えば、耕耘、播種、植え付け、防除、施肥、または収穫などの、農作業の種類ごとに作成され得る。管理装置６００は、地域ごとに決定した時期に各農業機械１００が所定の農作業を実行するように、各農業機械１００が移動すべき経路を決定する。管理装置６００は、各農業機械１００が移動する領域の地図を参照して、各農業機械１００が移動すべき地図上の経路を生成し、各農業機械１００にその経路情報を送信する。各農業機械１００は、受信した経路情報に基づいて移動し、それぞれに割り当てられた圃場で所定の農作業を実行する。各農業機械１００は、実施形態１における農業機械１００と同様の構成を有している。各農業機械１００は、自動運転によって圃場内および圃場外（例えば道路）を走行することが可能である。

[0168] 端末装置４００は、農業機械１００から離れた場所にいるユーザが使用するコンピュータである。端末装置４００は、図２９に示すようなラップトップコンピュータ、スマートフォン、またはタブレットコンピュータなどのモバイル端末でもよいし、デスクトップＰＣなどの据え置き型のコンピュータであってもよい。各端末装置４００は、作業計画（例えば各農作業のスケジュール）を作成するために必要な情報をユーザが入力するための設定画面をディスプレイに表示する。ユーザが設定画面上で必要な情報を入力し送信の操作を行うと、端末装置４００は、入力された情報を管理装置６００に送信する。管理装置６００は、その情報に基づいて作業計画を作成する。端末装

置４００は、農業機械１００が農作業を実行する１つ以上の圃場の登録にも使用され得る。

[0169] 次に、本実施形態における経路計画の動作の例をより詳細に説明する。

[0170] 管理装置６００は、複数の地域に跨って自動運転を行う各農業機械１００のための経路計画システムとして機能する。記憶装置６５０は、複数の地域を含む領域の地図を記憶する。例えば、記憶装置６５０は、気候または気象条件の異なる複数の地域を含む比較的広い領域の地図を記憶する。管理装置６００のプロセッサ６６０は、地図上における各農業機械１００の経路（前述の大域的経路）を生成する処理装置として機能する。

[0171] 図３０は、管理装置６００によって実行される動作の概要を示すフローチャートである。本実施形態では、各農業機械１００によって実行される農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報が予め記憶装置６５０に記録されている。管理装置６００は、当該情報を記憶装置６５０から取得する（ステップＳ２４１）。管理装置６００は、当該情報に基づいて、各農業機械１００が複数の地域の各々において農作業を実行する時期を決定する（ステップＳ２４２）。管理装置６００は、地域ごとに決定した時期に、各農業機械１００が当該農作業を実行するように、地図上における各農業機械１００の経路を生成する（ステップＳ２４３）。例えば、管理装置６００は、地域ごとに決定した時期において各農業機械１００が当該農作業を実行する複数の作業日を決定し、各作業日における各農業機械１００の経路を生成する。管理装置６００は、生成した経路の情報を含む移動指令を各農業機械１００に送信する（ステップＳ２４４）。この移動指令は、経路情報に加えて、例えば、どの時刻にどの圃場で農作業を実行すべきかを示すスケジュールの情報も含み得る。各農業機械１００の制御装置１８０は、この移動指令に応答して、指定された時刻に自動運転を開始し、指定された経路に沿って農業機械１００を移動させ、圃場内で農作業を実行させる。

[0172] 図３１は、農業機械１００が移動する領域の一例を示す図である。この例では、各農業機械１００は、比較的長期間（例えば、数週間から数ヶ月、ま

たはそれ以上）にわたって日本全国の広い範囲を移動し、各地域における圃場で農作業を実行する。図３１に示す例では、農業機械１００が農作業を行う領域は８つの地域Ａ～Ｈに分けられている。地域Ａが最も南に位置し、次いで地域Ｂ、Ｃ、Ｄ、Ｅ、Ｆ、Ｇの順に概ね南から北に分布し、地域Ｈが最も北に位置している。

[0173] 図３１に示す各地域は、１万平方キロメートル（ｋｍ^2）以上１０万ｋｍ^{2}以下の面積を有し、１０００以上の圃場を含み得る。各地域は、この例よりも大きくても小さくてもよい。各地域は、例えば３０ｋｍ^{2}以上の面積、および／または１００以上の圃場を有し得る。隣り合う２つの地域は、道路を介して互いに往来が可能である。本明細書において、周囲を畦または農道などの通路によって区画された農業用地を１つの圃場とする。各圃場は、例えば畑、水田、果樹園、または牧草地であり得る。

[0174] 図３２は、図３１に示す例における農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報の一例を示す図である。農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報は、例えば図３２に示すようなテーブルの形式で作成され得る。図３２に示すテーブルは、ある特定の農作業についての各地域における作業時期の目安（例えば推奨時期）を示している。このようなテーブルが、例えば農作業の種類ごとに作成され、記憶装置６５０に記録され得る。

[0175] 日本のように北半球に位置する国では、一般に、南に位置する地域ほど温暖で、北に位置する地域ほど寒冷である傾向がある。そのような国では、作物を生育させるために行われる種々の農作業（例えば、耕耘、播種、植え付け、施肥、防除、草刈り、または収穫など）の推奨時期が、南に位置する地域ほど早く、北に位置する地域ほど遅い傾向がある場合がある。地域によって個々の農作業の推奨時期が異なる場合、地域ごとの農作業の推奨時期に合わせて、農業機械１００に農作業を実行させる時期を決定することが好ましい。例えば、農業機械１００が、比較的温暖な地域で農作業を行った後、より寒冷な地域に移動して農作業を行うように、気温の推移に応じて農業機械１００の移動を制御することが好ましい場合がある。そこで、本実施形態に

おける管理装置６００は、図３２に例示されるような、農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報に基づいて、各農業機械１００が各地域において農作業を実行する時期を決定する。管理装置６００は、地域ごとに決定した時期に、各農業機械１００が当該農作業を実行するように、各農業機械１００の各作業日における経路を生成する。例えば、管理装置６００は、農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報に基づいて、複数の作業日にわたる各農業機械１００の作業計画を作成し、その作業計画に従って、各農業機械１００の各作業日における経路を生成してもよい。各農業機械１００は、生成された経路に沿って移動し、作業計画が示す各圃場で農作業を実行する。各農業機械１００は、地域間を移動するために、公道を含む道路を自動で走行してもよい。

[0176] 図３１および図３２に示す例では、農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報が、北に位置する地域ほど農作業の時期が遅い傾向があることを示している。このような場合、管理装置６００は、当該傾向に合わせて、日が経過するにつれて農業機械１００を徐々に北上させるように、農業機械１００が各地域において農作業を実行する時期を決定する。この例とは反対に、農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報が、南に位置する地域ほど農作業の時期が遅い傾向を示す場合もある。例えば、南半球においては、一般に、北に位置する地域ほど温暖で、南に位置する地域ほど寒冷であり、南に位置する地域ほど農作業の時期が遅い傾向を示す場合がある。そのような場合、管理装置６００は、その傾向に合わせて、日が経過するにつれて農業機械１００を徐々に南下させるように、農業機械１００が各地域において当該農作業を実行する時期を決定してもよい。このように、管理装置６００は、気温の推移に従って、気温が比較的高い地域から気温がより低い地域に徐々に農業機械１００が移動するように、各農業機械１００の各作業日における経路を生成してもよい。

[0177] ここで、ある時期においてある農作業に適した気候または気象状態にある地帯を、気象における前線になぞらえて「作業前線」と呼ぶことにする。図

３１に示す例では、日が経過するにつれて作業前線は概ね南から北に移動する。しかしながら、作業前線は必ずしもこのような単純な推移を示さない場合も多い。気候は、緯度だけでなく、例えば標高、地形、および季節風の影響の度合い等の種々の地理的条件によって異なり得る。また、地域によって生育される作物の品種が異なることによって同様の農作業であっても推奨される時期が異なる場合もある。したがって、作業前線は、一般に、南から北、あるいは北から南のように単純に移動するとは限らない。そのような場合であっても、農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報を適切に作成することにより、各地域において適切な時期に農作業を実施することができる。

[0178] 農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報は、例えば、各地域における農業協同組合等の組織が公表する農作業ごとの推奨時期の情報等に基づいて作成され得る。当該情報は、システムの管理者が作成してもよいし、インターネット等に公開された情報に基づいてシステムが自動で作成してもよい。当該情報は、農作業のシーズン毎に変更されてもよいし、一度作成された後は複数シーズンにわたって使用されてもよい。

[0179] 図３１および図３２に示す例では、各農業機械１００は、図示されている８つの地域の全てにおいて農作業を行う。このような形態に限らず、各農業機械１００は、一部の地域でのみ農作業を行ってもよい。例えば、農業機械１００ごとに、どの地域の農作業を行うかが予め定められていてもよい。一例として、地域ごとに異なる農業機械群に農作業を実行させてもよい。その場合、管理装置６００は、第１の農業機械群が第１の時期（例えば３月中旬）に地域Ａにおける複数の圃場で農作業を実行した後、第２の農業機械群が第２の時期（例えば３月下旬）に地域Ｂにおける圃場で農作業を行うように、各農業機械１００の作業計画を作成してもよい。地域Ｃ～Ｈについても同様に、それぞれの地域を担当する農業機械群が、農作業の時期の目安を示す情報に基づく適切な時期に、それぞれの地域における圃場で農作業を行うように、各農業機械の作業計画が作成されてもよい。あるいは、第１の農業機械群が地域ＡおよびＢを担当し、第２の農業機械群が地域ＢおよびＣを担当

し、第３の農業機械群が地域Ｃおよび地域Ｄを担当する、といったように、１つの農業機械群が２つ以上の地域における圃場で農作業を行ってもよい。

[0180] 本実施形態におけるシステムは、複数種類の農業機械によって複数種類の農作業を複数の地域で実行する用途で利用されてもよい。例えば、トラクタ、田植機、草刈機、ドローン、および／またはコンバインといった複数種類の農業機械を用いて、複数種類の農作業を複数の地域で実行してもよい。

[0181] 図３３は、農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報の他の例を示す図である。図３３は、水田における稲作で行われる複数種類の農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報を含むテーブルの例を示している。この例では、農業機械１００が農作業を行う領域が６つの地域ａ～ｆに分けられている。図３３に示すテーブルは、６種類の農作業（田起こし、代掻き、田植え、除草剤散布、肥料散布、および刈取り）のそれぞれについて、地域ごとの時期の目安（例えば推奨時期）を記録する。なお、農作業の種類は、この例に限らず、生育される作物に応じて様々である。図３３に示すように、農作業の種類に応じて異なる種類の農業機械が使用され得る。例えば、田起こしおよび代掻きは、インプルメント（例えば、ロータリ、プラウ、またはハロー等）を装着したトラクタによって実行され得る。田植えは、田植機によって実行され得る。除草剤散布および肥料散布は、ドローンによって実行され得る。刈取りは、コンバインによって実行され得る。図３３に示す例では、図３２に示す例とは異なり、農作業の時期の目安が、具体的な日付の情報を含む期間（例えば、「３月１１日～４月１７日」など）として表現されている。このように、農作業の時期の目安を示す情報は、様々な形式で記録され得る。なお、特定の農業機械（例えば田植機またはコンバイン等）が公道を走行することが法令で規制されている場合は、システムはそれらの農業機械を含まずに構成され得る。

[0182] 本実施形態における管理装置６００は、図３２または図３３に例示されるような、１種類以上の農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報に基づいて、各農業機械１００の作業計画を作成する。管理装置６００は、作成した作

業計画に従って、各農業機械１００の作業日ごとの経路を生成し、各農業機械１００に移動および農作業の指示を出す。

[0183] 作業計画は、各農業機械１００によって実行される１以上の農作業に関する情報を含む。例えば、作業計画は、各農業機械１００によって実行される１以上の農作業、および各農作業が行われる圃場の情報を含む。作業計画は、複数の作業日にわたって各農業機械１００が実行する複数の農作業、および各農作業が行われる圃場の情報を含んでいてもよい。より具体的には、作業計画は、作業日ごとに、どの時刻に、どの農業機械が、どの圃場で、どの農作業を行うかを示す作業スケジュールの情報を含むデータベースであり得る。以下、作業計画がそのような作業スケジュールのデータである場合の例を説明する。

[0184] 図３４は、各農業機械１００の作業計画の例を示す図である。この例における作業計画は、登録された農業機械１００ごとに、農作業が行われる日および時間、圃場、作業内容、および使用されるインプルメントを示す情報を含む。作業計画は、図３４に示す形式に限らず、作業に関連する他の情報を含んでいてもよい。例えば、農薬または肥料の種類または散布量などの情報が作業計画に含まれていてもよい。このような作業計画に従い、管理装置６００のプロセッサ６６０は、各農業機械１００の各作業日における経路を生成し、各農業機械１００に農作業の指示を出す。作業計画は、農業機械１００の制御装置１８０によってダウンロードされ、記憶装置１７０にも格納され得る。その場合、制御装置１８０は、記憶装置１７０に格納された作業計画が示すスケジュールに従って自発的に動作を開始してもよい。

[0185] 管理装置６００は、農作業の時期の目安を示す情報だけでなく、各ユーザが端末装置４００を用いて入力した情報に基づいて作業計画を作成してもよい。例えば、管理装置６００は、各ユーザが管理する１つ以上の圃場における農作業の種類ごとの概略計画を示す情報に基づいて作業計画を作成してもよい。

[0186] 図３５は、端末装置４００の表示装置４３０に表示される設定画面７６０

の一例を示す図である。端末装置４００のプロセッサ４６０は、ユーザによる入力装置４２０を用いた操作に応答して、作業計画作成のためのアプリケーションソフトウェアを起動して、図３５に示すような設定画面７６０を表示装置４３０に表示させる。ユーザは、この設定画面７６０上で、作業計画の作成に必要な概略計画の情報を入力することができる。

[0187] 図３５は、農作業として、稲作用の圃場において肥料の散布を伴う耕耘が行われる場合の設定画面７６０の一例を示している。設定画面７６０は、図示されるものに限定されず、適宜変更が可能である。図３５の例における設定画面７６０は、期間設定部７６１、時間設定部７６２、作付品種選択部７６３、圃場選択部７６４、作業選択部７６５、機械選択部７６６、肥料選択部７６７、および散布量設定部７６８を含む。

[0188] 期間設定部７６１には、ユーザが入力した期間が表示される。ユーザは、農作業の実施を希望する期間を入力する。入力された期間に含まれる日が農作業の実施日の候補として設定される。

[0189] 時間設定部７６２には、ユーザが入力した作業時間が表示される。ユーザは、農作業の実施を希望する作業時間を入力する。作業時間は、開始時刻および終了時刻によって指定される。入力された作業時間が、農作業が実行される時間の候補として設定される。

[0190] 作付品種選択部７６３には、作付けされる（すなわち植え付けられる）作物の品種の一覧が表示される。一覧の中から所望の品種をユーザが選択することが可能である。図３５の例では、稲の品種「こしいぶき」が選択されている。

[0191] 圃場選択部７６４には、地図中の圃場が表示される。ユーザは、表示された圃場の中から任意の圃場を選択できる。図３５の例では、「圃場Ａ」を示す部分が選択されている。この場合、選択された「圃場Ａ」が、農作業が行われる圃場として設定される。ユーザは複数の圃場を同時に選択することもできる。

[0192] 作業選択部７６５には、選択された作物を栽培するために必要な複数の農

作業が表示される。ユーザは、複数の農作業の中から１つの農作業を選択することができる。図３５の例では、複数の農作業の中から「耕耘」が選択されている。この場合、選択された「耕耘」が、実施される農作業として設定される。

[0193] 機械選択部７６６は、その農作業において使用される農業機械を設定する部分である。機械選択部７６６には、例えば、予め管理装置６００によって登録された農業機械の種類または型式、および使用可能なインプルメントの種類または型式等が表示され得る。ユーザは、表示された機械の中から、特定の機械を選択することができる。図３５の例では、型式が「ＮＷ４５１１」であるインプルメントが選択されている。この場合、そのインプルメントが、当該農作業において使用される機械として設定される。

[0194] 肥料選択部７６７には、予め登録された複数の肥料の名称が表示される。ユーザは、表示された複数の肥料の中から特定の肥料を選択することができる。選択された肥料が当該農作業において使用される肥料として設定される。

[0195] 散布量設定部７７０には、入力装置４２０から入力された数値が表示される。入力された数値が散布量として設定される。

[0196] 設定画面７６０において、希望期間、作業時間、作付品種、圃場、作業、肥料、散布量が入力され、「登録」が選択されると、端末装置４００の通信装置４９０は、入力された情報を管理装置６００に送信する。管理装置６００のプロセッサ６６０は、受信した情報を記憶装置６５０に記憶させる。

[0197] なお、管理装置６００によって管理される農作業の情報は上述したものに限定されない。例えば、圃場で使用される農薬の種類および散布量を設定画面７６０で設定できるようにしてもよい。図３５に示す農作業以外の農作業に関する情報を設定できるようにしてもよい。

[0198] 管理装置６００は、各ユーザの端末装置４００から受信した情報と、農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報とに基づいて、各農業機械１００に実行させる農作業の作業計画を作成する。例えば、管理装置６００は、地域ご

とに、各ユーザによって入力された農作業の希望期間および希望作業時間と、その農作業の時期の目安を示す情報とを考慮して、各農作業の実際の作業日と作業時間とを決定する。具体的には、管理装置６００は、その地域に配備された農業機械１００の台数、分布、および使用状況と、その地域において農作業が行われる圃場の分布と、各ユーザが希望する作業日時と、その地域における作業時期の目安とを総合的に考慮して、各圃場における農作業の実施日時を決定する。各圃場における農作業の実施日時の決定には、例えばディープニューラルネットワークなどの人工知能（ＡＩ）を利用したアルゴリズムが用いられてもよい。管理装置６００は、決定した農作業の実施日時をユーザが使用する端末装置４００に通知する。決定した実施日時がユーザの希望する日時と異なる場合は、その旨の情報が通知されてもよい。管理装置６００は、決定した各圃場における農作業の実施日時に基づいて、各農業機械１００の作業日ごとの経路計画を実行する。

[0199] 以下、農業機械１００の作業日ごとの経路計画の方法の具体例を説明する。以下の説明では、農業機械１００がトラクタなどの作業車両であり、圃場の外側の経路が道路（農道または一般道）上に生成される例を説明する。なお、農業機械１００がドローンなどの飛行体である場合、圃場外の経路が道路上に生成される必要はない。

[0200] 図３６は、経路計画時に参照される地図の一例を示す図である。図３６には、日本のある地域における地図の一例が小さく例示されている。この地図は、図１７に示す地図に相当する。この地図は、２次元のデジタル地図であり、管理装置６００または他の装置によって生成され得る。このような地図が、農業機械１００が移動する地域の全体について予め生成され、記憶装置６５０に記録され得る。なお、図３６および図１７に示す地図は２次元の地図であるが、３次元の地図を経路計画に利用してもよい。

[0201] 前述のように、図１７に示す地図は、農業機械１００が農作業を行う複数の圃場７０およびその周辺の道７６における各点の位置（例えば緯度および経度）の情報を含む。この地図は、さらに、農業機械１００が一時的に待機

する複数の待機場所９０の位置情報も含む。待機場所９０は、例えば、農業管理システムの管理者によって予め登録され、記憶装置６５０に記録され得る。

[0202] 図１７に示すような地図は、農業機械１００が移動する地域の全体にわたって作成され得る。このように、地図は、各地域における、複数の圃場、複数の待機場所、および複数の圃場と複数の待機場所とを結ぶ道を示す情報を含み得る。

[0203] 管理装置６００は、各作業日における農作業が開始する前に、その作業日に農作業が予定されている圃場を含む領域の地図を記憶装置６５０から読み出し、当該地図と、作業計画とに基づいて農業機械１００の経路（大域的経路）を生成する。管理装置６００は、作業計画に基づいて、各作業日において農業機械１００が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、複数の待機場所の中から決定し、最後の農作業が行われる圃場から特定の待機場所までの経路を生成する。各作業日における農業機械１００の経路を生成する方法は、実施形態１における方法と同様である。例えば図１４または図１５を参照して説明したように、管理装置６００は、各作業日における農業機械１００の経路を生成することができる。

[0204] 管理装置６００は、作業計画を作成した後、状況に応じて作業計画を修正してもよい。例えば、実施形態１と同様の方法により、管理装置６００は、複数の圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つに応じて作業計画を更新してもよい。その場合、管理装置６００は、更新した作業計画に従って各作業日における農業機械１００の経路を生成する。これにより、各作業日における農業機械１００の経路を、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、または気象状況などの種々の状況に応じて適切に設定することができる。

[0205] 作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、または気象状況は、作業計画に影響を及ぼす。例えば、作物の生育または農作業の進捗が予定よりも早いまたは遅い場合、作業計画を見直す必要性が生じる。あるいは、悪天候

のために当初予定されていた農作業を行うことができなかった場合、その後の作業計画を見直す必要性が生じる。また、作物の品種によって最適な農作業の時期が異なる場合、作付けされている作物の品種に応じて作業計画を調整する必要性が生じることがある。

[0206] 上記のような場合に備えて、管理装置６００は、各圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つをモニタリングしてもよい。管理装置６００は、農業機械１００の各作業日における経路を生成するとき、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つに基づいて、その作業日以降の作業計画を修正してもよい。管理装置６００は、修正した作業計画に基づいて、複数の待機場所のそれぞれの周囲に位置する圃場における作業日の分布を決定することができる。管理装置６００は、決定した作業日の分布に基づいて、各作業日において農業機械１００が最後の農作業を行った後に向かう特定の待機場所を決定し、圃場間の経路と、圃場と待機場所とを結ぶ経路とを生成することができる。管理装置６００は、各作業日における特定の待機場所を決定するとき、例えば、各待機場所の周囲に位置する圃場における作業日の分布に基づいて、次の作業日に農作業が行われる圃場群を特定し、その圃場群に最も近い待機場所を上記特定の待機場所として決定してもよい。そのような動作により、農業機械の移動距離を短くし、移動時間の短縮および燃料消費量の低減などの効果を得ることができる。

[0207] 本実施形態においても、図２０から図２７に示す各例のように、管理装置６００は、各圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況のいずれかに応じて作業計画を修正するように構成され得る。そのような動作に代えて、管理装置６００は、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況のうちの任意の２つ以上に基づいて作業計画を修正してもよい。それらの状況を複合的に考慮することにより、状況に応じたより適切な経路計画が可能になり、農業機械の運行をさらに効率化することができる。

[0208] （他の実施形態）

上記の実施形態の構成および動作は例示にすぎず、本開示は上記の実施形態に限定されない。以下、他の実施形態を例示する。

[0209] 上記の実施形態１では、管理装置６００におけるプロセッサ６６０が、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つを管理し、且つ、各作業日における待機場所の決定および農業機械の大域的経路計画を行う。このような形態に代えて、例えば、管理装置６００とは異なる処理装置が、各作業日における待機場所の決定および農業機械の大域的経路計画を行ってもよい。その場合、処理装置は、管理装置６００から、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す情報を取得し、その情報に基づいて、各作業日における特定の待機場所を決定し、農業機械の経路を生成することができる。そのような処理装置は、農業機械の内部に設けられた制御装置であってもよい。

[0210] 上記の実施形態２では、管理装置６００におけるプロセッサ６６０が、農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報に基づいて農業機械１００の作業計画を作成し、その作業計画に基づいて当該農業機械１００の経路計画を行う。このような形態に代えて、例えば、管理装置６００とは異なる処理装置が、農業機械１００の経路計画を行ってもよい。その場合、処理装置は、管理装置６００から作業計画を取得し、その情報に基づいて、各作業日における農業機械１００の経路を生成することができる。そのような処理装置は、農業機械１００の内部に設けられた制御装置１８０であってもよい。なお、上記の実施形態では、システム内に複数の農業機械１００が含まれるが、農業機械１００は単数であってもよい。

[0211] 上記の各実施形態における技術は、トラクタなどの作業車両に限らず、例えば農業用ドローン（すなわちＵＡＶ）に適用されてもよい。農業用ドローンの経路計画を行う処理装置は、図１６に示す例とは異なり、道７６に沿って経路を生成する必要はない。例えば、待機場所と圃場との間、および圃場間を直線的に結ぶ経路を農業用ドローンの経路として生成してもよい。

[0212] 以上の実施形態における経路計画あるいは自動運転制御を行うシステムを、それらの機能を有しない農業機械に後から取り付けることもできる。そのようなシステムは、農業機械とは独立して製造および販売され得る。そのようなシステムで使用されるコンピュータプログラムも、農業機械とは独立して製造および販売され得る。コンピュータプログラムは、例えばコンピュータが読み取り可能な非一時的な記憶媒体に格納されて提供され得る。コンピュータプログラムは、電気通信回線（例えばインターネット）を介したダウンロードによっても提供され得る。

[0213] 以上のように、本開示は、以下の項目に記載の経路計画システム、農業機械の制御システム、および農業機械を含む。

[0214] ［項目１］

自動運転を行う農業機械のための経路計画システムであって、

複数の圃場、複数の待機場所、および前記複数の圃場と前記複数の待機場所とを結ぶ道を含む地図を記憶する記憶装置と、

前記地図上における前記農業機械の各作業日における経路を生成する処理装置と、

を備え、

前記処理装置は、

前記複数の圃場における作物の生育状況、前記複数の圃場における農作業の進捗状況、前記複数の圃場における作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す情報に基づいて、各作業日において前記農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、前記複数の待機場所の中から決定し、

前記最後の農作業が行われる圃場から前記特定の待機場所までの経路を生成する、

経路計画システム。

[0215] 上記の構成によれば、複数の圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つに基づいて、作業日ごと

に適切な待機場所を決定し、その作業日に最後の農作業が行われる圃場から当該待機場所までの経路を生成することができる。これにより、事前に待機場所を決定することなく、作業日ごとの状況に応じて適切な待機場所を決定することが可能になる。

[0216] ［項目２］

前記処理装置は、

前記作物の生育状況、前記農作業の進捗状況、前記作付状況、および前記気象状況の少なくとも１つに基づいて、前記複数の待機場所のそれぞれの周囲に位置する圃場における作業日の分布を決定し、

前記作業日の分布に基づいて、各作業日における前記特定の待機場所を決定する、

項目１に記載の経路計画システム。

[0217] これにより、各待機場所の周囲に位置する圃場における作業日の分布を、作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つに基づいて適切に決定し、当該作業日の分布に応じて、各作業日における特定の待機場所を適切に決定することが可能になる。

[0218] ［項目３］

前記処理装置は、各作業日における前記特定の待機場所を決定するとき、前記作業日の分布に基づいて、次の作業日に農作業が行われる圃場群を特定し、前記圃場群に最も近い待機場所を前記特定の待機場所として決定する、項目２に記載の経路計画システム。

[0219] これにより、次の作業日に農作業が行われる圃場群に最も近い待機場所に農業機械を移動させることができる。このため、農業機械の移動距離を短縮し、移動に伴うエネルギの消費を抑制することができる。

[0220] ［項目４］

前記処理装置は、各作業日における前記特定の待機場所を決定するとき、前記作業日に前記最後の農作業が行われる第１圃場に最も近い待機場所、または、前記作業日の分布から特定される次の作業日において最初に農作業が

行われる第２圃場に最も近い待機場所を、前記特定の待機場所として決定する、項目２に記載の経路計画システム。

[0221] これにより、各作業日に最後の農作業が行われる第１圃場、または、その次の作業日に最初の農作業が行われる第２圃場に最も近い待機場所に農業機械を移動させることができる。このため、農業機械の移動距離を短縮し、移動に伴うエネルギ消費を抑制することができる。

[0222] ［項目５］

前記処理装置は、前記第１圃場に最も近い待機場所、および前記第２圃場に最も近い待機場所のうち、前記第１圃場から前記待機場所を経由して前記第２圃場まで移動するときの移動距離がより短い待機場所を、前記特定の待機場所として決定する、項目４に記載の経路計画システム。

[0223] これにより、各作業日に最後の農作業が行われる第１圃場に最も近い待機場所、および、その次の作業日に最初の農作業が行われる第２圃場に最も近い待機場所のうち、移動距離がより短くなる待機場所に農業機械を移動させることができる。このため、農業機械の移動に伴うエネルギ消費をさらに抑制することができる。

[0224] ［項目６］

前記処理装置は、前記複数の圃場における前記作物の生育状況に応じて、前記作業日の分布を更新する、項目２から５のいずれかに記載の経路計画システム。

[0225] これにより、作物の生育状況に応じて更新された作業日の分布に基づいて適切な待機場所を決定し、その待機場所に農業機械を移動させることができる。

[0226] ［項目７］

前記処理装置は、前記複数の圃場における前記農作業の進捗状況に応じて、前記作業日の分布を更新する、項目２から６のいずれかに記載の経路計画システム。

[0227] これにより、農作業の進捗状況に応じて更新された作業日の分布に基づい

て適切な待機場所を決定し、その待機場所に農業機械を移動させることができる。

[0228] ［項目８］

前記処理装置は、前記複数の圃場における前記作付状況に応じて、前記作業日の分布を更新する、項目２から７のいずれかに記載の経路計画システム。

[0229] これにより、作付状況に応じて更新された作業日の分布に基づいて適切な待機場所を決定し、その待機場所に農業機械を移動させることができる。

[0230] ［項目９］

前記処理装置は、前記複数の待機場所のそれぞれが位置する地域における前記気象状況に応じて、前記作業日の分布を更新する、項目２から８のいずれかに記載の経路計画システム。

[0231] これにより、気象状況に応じて更新された作業日の分布に基づいて適切な待機場所を決定し、その待機場所に農業機械を移動させることができる。

[0232] ［項目１０］

前記処理装置は、各作業日における前記特定の待機場所を決定するとき、前記作物の生育状況、前記農作業の進捗状況、前記作付状況、および前記気象状況の少なくとも１つを管理する管理装置から前記情報を取得する、項目１から９のいずれかに記載の経路計画システム。

[0233] これにより、処理装置は、管理装置から取得した情報に基づいて、前記作物の生育状況、前記農作業の進捗状況、前記作付状況、および前記気象状況の少なくとも１つを把握し、適切な待機場所を決定することができる。

[0234] ［項目１１］

前記処理装置は、生成した前記経路を示す情報、または前記経路に沿って前記農業機械を移動させる指令を、前記農業機械に送信する、項目１から１０のいずれかに記載の経路計画システム。

[0235] これにより、前記農業機械は、前記処理装置が生成した適切な経路に沿って移動することができる。

[0236] ［項目１２］

前記処理装置は、

前記農業機械を含む複数の農業機械の各作業日における経路を生成し、

前記複数の圃場における作物の生育状況、前記複数の圃場における農作業の進捗状況、前記複数の圃場における作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す前記情報に基づいて、各作業日において各農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、前記複数の待機場所の中から決定し、

前記最後の農作業が行われる圃場から前記特定の待機場所までの経路を前記農業機械ごとに生成する、

項目１から１１のいずれかに記載の経路計画システム。

[0237] これにより、複数の作業日にわたる複数の農業機械の経路を、複数の圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つに応じて適切に決定することができる。このため、複数の農業機械による農作業をさらに効率化することができる。

[0238] ［項目１３］

項目１から１２のいずれかに記載の経路計画システムと、

前記処理装置によって生成された前記経路に沿って前記農業機械を移動させる制御装置と、

を備える制御システム。

[0239] ［項目１４］

項目１３に記載の制御システムと、

前記制御装置によって制御される駆動装置と、

を備える農業機械。

[0240] ［項目１５］

複数の地域に跨って自動運転を行う農業機械のための経路計画システムであって、

前記複数の地域を含む領域の地図を記憶する記憶装置と、

前記農業機械によって実行される農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報に基づいて、前記農業機械が前記複数の地域の各々において前記農作業を実行する時期を決定し、地域ごとに決定した前記時期に、前記農業機械が前記農作業を実行するように、前記地図上における前記農業機械の経路を生成する処理装置と、

を備える経路計画システム。

[0241] 上記の構成によれば、農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報に基づいて、農業機械が各地域において農作業を実行する時期を決定し、決定した時期に応じて農業機械の経路を生成することができる。これにより、地域ごとの時期の目安に応じた適切な経路に沿って農業機械に自動運転を実行させることが可能になる。

[0242] ［項目１６］

前記処理装置は、地域ごとに決定した前記時期において前記農業機械が前記農作業を実行する複数の作業日を決定し、各作業日における前記農業機械の経路を生成する、項目１５に記載の経路計画システム。

[0243] これにより、地域ごとの時期の目安に応じた適切な経路を作業日ごとに生成することができる。

[0244] ［項目１７］

前記処理装置は、前記農作業の地域ごとの時期の目安を示す前記情報に基づいて、複数の作業日にわたる前記農業機械の作業計画を作成し、前記作業計画に従って、前記農業機械の各作業日における経路を生成する、項目１５または１６に記載の経路計画システム。

[0245] これにより、地域ごとの時期の目安に応じて作成した作業計画に従って、農業機械の各作業日における経路を適切に生成することができる。

[0246] ［項目１８］

前記処理装置は、前記複数の圃場における作物の生育状況、前記複数の圃場における農作業の進捗状況、前記複数の圃場における作付状況、および気象状況の少なくとも１つに応じて、前記作業計画を更新し、更新した前記作

業計画に従って、各作業日における前記農業機械の経路を生成する、項目１７に記載の経路計画システム。

[0247] これにより、複数の圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つに応じて、柔軟に作業計画を更新し、各作業日における農業機械の経路を最適化することができる。

[0248] ［項目１９］

前記地図は、各地域における、複数の圃場、複数の待機場所、および前記複数の圃場と前記複数の待機場所とを結ぶ道を示す情報を含み、

前記処理装置は、前記作業計画に基づいて、各作業日において前記農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、前記複数の待機場所の中から決定し、前記最後の農作業が行われる圃場から前記特定の待機場所までの経路を生成する、

項目１７または１８に記載の経路計画システム。

[0249] これにより、複数の圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つに基づいて、作業日ごとに適切な待機場所を決定し、その作業日の最後の農作業が行われる圃場から当該待機場所までの経路を生成することができる。このため、事前に待機場所を決定することなく、作業日ごとの状況に応じて適切な待機場所を決定することが可能になる。

[0250] ［項目２０］

前記農作業の地域ごとの時期の目安を示す前記情報が、北に位置する地域ほど前記農作業の時期が遅い傾向を示す場合、前記処理装置は、前記傾向に合わせて、日が経過するにつれて前記農業機械を徐々に北上させるように、前記農業機械が前記複数の地域の各々において前記農作業を実行する時期を決定する、項目１５から１９のいずれかに記載の経路計画システム。

[0251] これにより、農作業の推奨時期が北に位置する地域ほど遅い傾向を示す場合に、その傾向に合わせた適切な時期に農業機械に農作業を実行させることが可能になる。

[0252] ［項目２１］

前記農作業の地域ごとの時期の目安を示す前記情報が、南に位置する地域ほど前記農作業の時期が遅い傾向を示す場合、前記処理装置は、前記傾向に合わせて、日が経過するにつれて前記農業機械を徐々に南下させるように、前記農業機械が前記複数の地域の各々において前記農作業を実行する時期を決定する、項目１５から２０のいずれかに記載の経路計画システム。

[0253] これにより、農作業の推奨時期が南に位置する地域ほど遅い傾向を示す場合に、その傾向に合わせた適切な時期に農業機械に農作業を実行させることが可能になる。

[0254] ［項目２２］

前記処理装置は、生成した前記経路を示す情報、または前記経路に沿って前記農業機械を移動させる指令を、前記農業機械に送信する、項目１５から２１のいずれかに記載の経路計画システム。

[0255] これにより、前記農業機械は、前記処理装置が生成した適切な経路に沿って移動することができる。

[0256] ［項目２３］

前記処理装置は、地域ごとに決定した前記時期に、前記農業機械を含む複数の農業機械が前記農作業を実行するように、前記複数の農業機械の各々の経路を生成する、項目１５から２２のいずれかに記載の経路計画システム。

[0257] これにより、各農業機械の経路を地域ごとの農作業の時期の目安に従って適切に生成することができる。このため、複数の農業機械による農作業をさらに効率化することができる。

[0258] ［項目２４］

前記処理装置は、

複数種類の農作業のそれぞれについて、地域ごとの時期の目安を示す情報を取得し、

前記情報に基づいて、前記複数種類の農作業のそれぞれに割り当てられた複数の農業機械が各地域においてそれぞれの農作業を実行する時期を決定し

、

決定した前記時期に、各農業機械が前記それぞれの農作業を実行するように、各農業機械の経路を生成する、

項目２３に記載の経路計画システム。

[0259] これにより、地域ごとの農作業の推奨時期に合わせて、複数の農業機械を用いた複数種類の農作業を効率的に実施することができる。

[0260] ［項目２５］

前記処理装置は、

複数のユーザが使用する複数の端末装置から、各ユーザが管理する１つ以上の圃場における農作業の種類ごとの概略計画を示す情報を取得し、

前記概略計画を示す情報と、前記農作業の種類ごとに取得した前記地域ごとの時期の目安を示す情報とに基づいて、各農業機械の作業計画を作成し、

前記作業計画に従って、各農業機械の各作業日における経路を生成する、

項目２４に記載の経路計画システム。

[0261] これにより、例えばユーザが作成した農作業の種類ごとの概略計画および地域ごとの農作業の時期の目安に合わせた適切な経路を生成することができる。

[0262] ［項目２６］

項目１５から２５のいずれかに記載の前記経路計画システムと、

前記処理装置によって生成された前記経路に沿って前記農業機械を移動させる制御装置と、

を備える制御システム。

[0263] ［項目２７］

項目２６に記載の制御システムと、

前記制御装置によって制御される駆動装置と、

を備える農業機械。

[0264] ［項目２８］

自動運転を行う農業機械のための経路計画システムにおける処理装置によ

って実行される方法であって、

複数の圃場、複数の待機場所、および前記複数の圃場と前記複数の待機場所とを結ぶ道を含む地図を取得することと、

前記地図上における前記農業機械の各作業日における経路を生成することと、

を含み、

前記経路を生成することは、

前記複数の圃場における作物の生育状況、前記複数の圃場における農作業の進捗状況、前記複数の圃場における作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す情報を取得することと、

前記情報に基づいて、各作業日において前記農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、前記複数の待機場所の中から決定することと、

前記最後の農作業が行われる圃場から前記特定の待機場所までの経路を生成することと、

を含む方法。

[0265] ［項目２９］

複数の地域に跨って自動運転を行う農業機械のための経路計画システムにおける処理装置によって実行される方法であって、

前記複数の地域を含む領域の地図を取得することと、

前記農業機械によって実行される農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報を取得することと、

前記情報に基づいて、前記農業機械が前記複数の地域の各々において前記農作業を実行する時期を決定することと、

地域ごとに決定した前記時期に、前記農業機械が前記農作業を実行するように、前記地図上における前記農業機械の経路を生成することと、

を含む方法。

産業上の利用可能性

[0266] 本開示の技術は、例えばトラクタ、収穫機、田植機、乗用管理機、野菜移植機、草刈機、播種機、施肥機、または農業用ロボットなどの農業機械のための経路計画システムに適用することができる。

符号の説明

[0267] ３０・・・大域的経路、３２・・・局所的経路、４０・・・障害物、５０・・・ＧＮＳＳ衛星、６０・・・基準局、７０・・・圃場、７２・・・作業領域、７４・・・枕地、７６・・・道、８０・・・ネットワーク、９０・・・待機場所、１００・・・農業機械、１０１・・・車両本体、１０２・・・原動機（エンジン）、１０３・・・変速装置（トランスミッション）、１０４・・・車輪、１０５・・・キャビン、１０６・・・操舵装置、１０７・・・運転席、１０８・・・連結装置、１１０・・・測位装置、１１１・・・ＧＮＳＳ受信機、１１２・・・ＲＴＫ受信機、１１５・・・慣性計測装置（ＩＭＵ）、１１６・・・処理回路、１２０・・・カメラ、１３０・・・障害物センサ、１４０・・・ＬｉＤＡＲセンサ、１５０・・・センサ群、１５２・・・ステアリングホイールセンサ、１５４・・・切れ角センサ、１５６・・・回転センサ、１６０・・・制御システム、１７０・・・記憶装置、１８０・・・制御装置、１８１～１８６・・・ＥＣＵ、１９０・・・通信装置、２００・・・操作端末、２１０・・・操作スイッチ群、２２０・・・ブザー、２４０・・・駆動装置、３００・・・インプルメント、３４０・・・駆動装置、３８０・・・制御装置、３９０・・・通信装置、４００・・・端末装置、４２０・・・入力装置、４３０・・・表示装置、４５０・・・記憶装置、４６０・・・プロセッサ、４７０・・・ＲＯＭ、４８０・・・ＲＡＭ、４９０・・・通信装置、６００・・・管理装置、６６０・・・プロセッサ、６７０・・・記憶装置、６７０・・・ＲＯＭ、６８０・・・ＲＡＭ、６９０・・・通信装置

請求の範囲

[請求項1] 自動運転を行う農業機械のための経路計画システムであって、

複数の圃場、複数の待機場所、および前記複数の圃場と前記複数の待機場所とを結ぶ道を含む地図を記憶する記憶装置と、

前記地図上における前記農業機械の各作業日における経路を生成する処理装置と、

を備え、

前記処理装置は、

前記複数の圃場における作物の生育状況、前記複数の圃場における農作業の進捗状況、前記複数の圃場における作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す情報に基づいて、各作業日において前記農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、前記複数の待機場所の中から決定し、

前記最後の農作業が行われる圃場から前記特定の待機場所までの経路を生成する、

経路計画システム。

[請求項2] 前記処理装置は、

前記作物の生育状況、前記農作業の進捗状況、前記作付状況、および前記気象状況の少なくとも１つに基づいて、前記複数の待機場所のそれぞれの周囲に位置する圃場における作業日の分布を決定し、

前記作業日の分布に基づいて、各作業日における前記特定の待機場所を決定する、

請求項１に記載の経路計画システム。

[請求項3] 前記処理装置は、各作業日における前記特定の待機場所を決定するとき、前記作業日の分布に基づいて、次の作業日に農作業が行われる圃場群を特定し、前記圃場群に最も近い待機場所を前記特定の待機場所として決定する、請求項２に記載の経路計画システム。

[請求項4] 前記処理装置は、各作業日における前記特定の待機場所を決定する

とき、前記作業日に前記最後の農作業が行われる第１圃場に最も近い待機場所、または、前記作業日の分布から特定される次の作業日において最初に農作業が行われる第２圃場に最も近い待機場所を、前記特定の待機場所として決定する、請求項２に記載の経路計画システム。

[請求項5] 前記処理装置は、前記第１圃場に最も近い待機場所、および前記第２圃場に最も近い待機場所のうち、前記第１圃場から前記待機場所を経由して前記第２圃場まで移動するときの移動距離がより短い待機場所を、前記特定の待機場所として決定する、請求項４に記載の経路計画システム。

[請求項6] 前記処理装置は、前記複数の圃場における前記作物の生育状況に応じて、前記作業日の分布を更新する、請求項２から５のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項7] 前記処理装置は、前記複数の圃場における前記農作業の進捗状況に応じて、前記作業日の分布を更新する、請求項２から６のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項8] 前記処理装置は、前記複数の圃場における前記作付状況に応じて、前記作業日の分布を更新する、請求項２から７のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項9] 前記処理装置は、前記複数の待機場所のそれぞれが位置する地域における前記気象状況に応じて、前記作業日の分布を更新する、請求項２から８のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項10] 前記処理装置は、各作業日における前記特定の待機場所を決定するとき、前記作物の生育状況、前記農作業の進捗状況、前記作付状況、および前記気象状況の少なくとも１つを管理する管理装置から前記情報を取得する、請求項１から９のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項11] 前記処理装置は、生成した前記経路を示す情報、または前記経路に沿って前記農業機械を移動させる指令を、前記農業機械に送信する、

請求項１から１０のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項12] 前記処理装置は、

前記農業機械を含む複数の農業機械の各作業日における経路を生成し、

前記複数の圃場における作物の生育状況、前記複数の圃場における農作業の進捗状況、前記複数の圃場における作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す前記情報に基づいて、各作業日において各農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、前記複数の待機場所の中から決定し、

前記最後の農作業が行われる圃場から前記特定の待機場所までの経路を前記農業機械ごとに生成する、

請求項１から１１のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項13] 請求項１から１２のいずれかに記載の経路計画システムと、

前記処理装置によって生成された前記経路に沿って前記農業機械を移動させる制御装置と、

を備える制御システム。

[請求項14] 請求項１３に記載の制御システムと、

前記制御装置によって制御される駆動装置と、

を備える農業機械。

[請求項15] 複数の地域に跨って自動運転を行う農業機械のための経路計画システムであって、

前記複数の地域を含む領域の地図を記憶する記憶装置と、

前記農業機械によって実行される農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報に基づいて、前記農業機械が前記複数の地域の各々において前記農作業を実行する時期を決定し、地域ごとに決定した前記時期に、前記農業機械が前記農作業を実行するように、前記地図上における前記農業機械の経路を生成する処理装置と、

を備える経路計画システム。

[請求項16] 前記処理装置は、地域ごとに決定した前記時期において前記農業機械が前記農作業を実行する複数の作業日を決定し、各作業日における前記農業機械の経路を生成する、請求項１５に記載の経路計画システム。

[請求項17] 前記処理装置は、前記農作業の地域ごとの時期の目安を示す前記情報に基づいて、複数の作業日にわたる前記農業機械の作業計画を作成し、前記作業計画に従って、前記農業機械の各作業日における経路を生成する、請求項１５または１６に記載の経路計画システム。

[請求項18] 前記処理装置は、前記複数の圃場における作物の生育状況、前記複数の圃場における農作業の進捗状況、前記複数の圃場における作付状況、および気象状況の少なくとも１つに応じて、前記作業計画を更新し、更新した前記作業計画に従って、各作業日における前記農業機械の経路を生成する、請求項１７に記載の経路計画システム。

[請求項19] 前記地図は、各地域における、複数の圃場、複数の待機場所、および前記複数の圃場と前記複数の待機場所とを結ぶ道を示す情報を含み、

前記処理装置は、前記作業計画に基づいて、各作業日において前記農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を、前記複数の待機場所の中から決定し、前記最後の農作業が行われる圃場から前記特定の待機場所までの経路を生成する、

請求項１７または１８に記載の経路計画システム。

[請求項20] 前記農作業の地域ごとの時期の目安を示す前記情報が、北に位置する地域ほど前記農作業の時期が遅い傾向を示す場合、前記処理装置は、前記傾向に合わせて、日が経過するにつれて前記農業機械を徐々に北上させるように、前記農業機械が前記複数の地域の各々において前記農作業を実行する時期を決定する、請求項１５から１９のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項21] 前記農作業の地域ごとの時期の目安を示す前記情報が、南に位置す

る地域ほど前記農作業の時期が遅い傾向を示す場合、前記処理装置は、前記傾向に合わせて、日が経過するにつれて前記農業機械を徐々に南下させるように、前記農業機械が前記複数の地域の各々において前記農作業を実行する時期を決定する、請求項１５から２０のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項22] 前記処理装置は、生成した前記経路を示す情報、または前記経路に沿って前記農業機械を移動させる指令を、前記農業機械に送信する、請求項１５から２１のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項23] 前記処理装置は、地域ごとに決定した前記時期に、前記農業機械を含む複数の農業機械が前記農作業を実行するように、前記複数の農業機械の各々の経路を生成する、請求項１５から２２のいずれかに記載の経路計画システム。

[請求項24] 前記処理装置は、

複数種類の農作業のそれぞれについて、地域ごとの時期の目安を示す情報を取得し、

前記情報に基づいて、前記複数種類の農作業のそれぞれに割り当てられた複数の農業機械が各地域においてそれぞれの農作業を実行する時期を決定し、

決定した前記時期に、各農業機械が前記それぞれの農作業を実行するように、各農業機械の経路を生成する、

請求項２３に記載の経路計画システム。

[請求項25] 前記処理装置は、

複数のユーザが使用する複数の端末装置から、各ユーザが管理する１つ以上の圃場における農作業の種類ごとの概略計画を示す情報を取得し、

前記概略計画を示す情報と、前記農作業の種類ごとに取得した前記地域ごとの時期の目安を示す情報とに基づいて、各農業機械の作業計画を作成し、

前記作業計画に従って、各農業機械の各作業日における経路を生成する、

請求項２４に記載の経路計画システム。

[請求項26] 請求項１５から２５のいずれかに記載の前記経路計画システムと、

前記処理装置によって生成された前記経路に沿って前記農業機械を移動させる制御装置と、

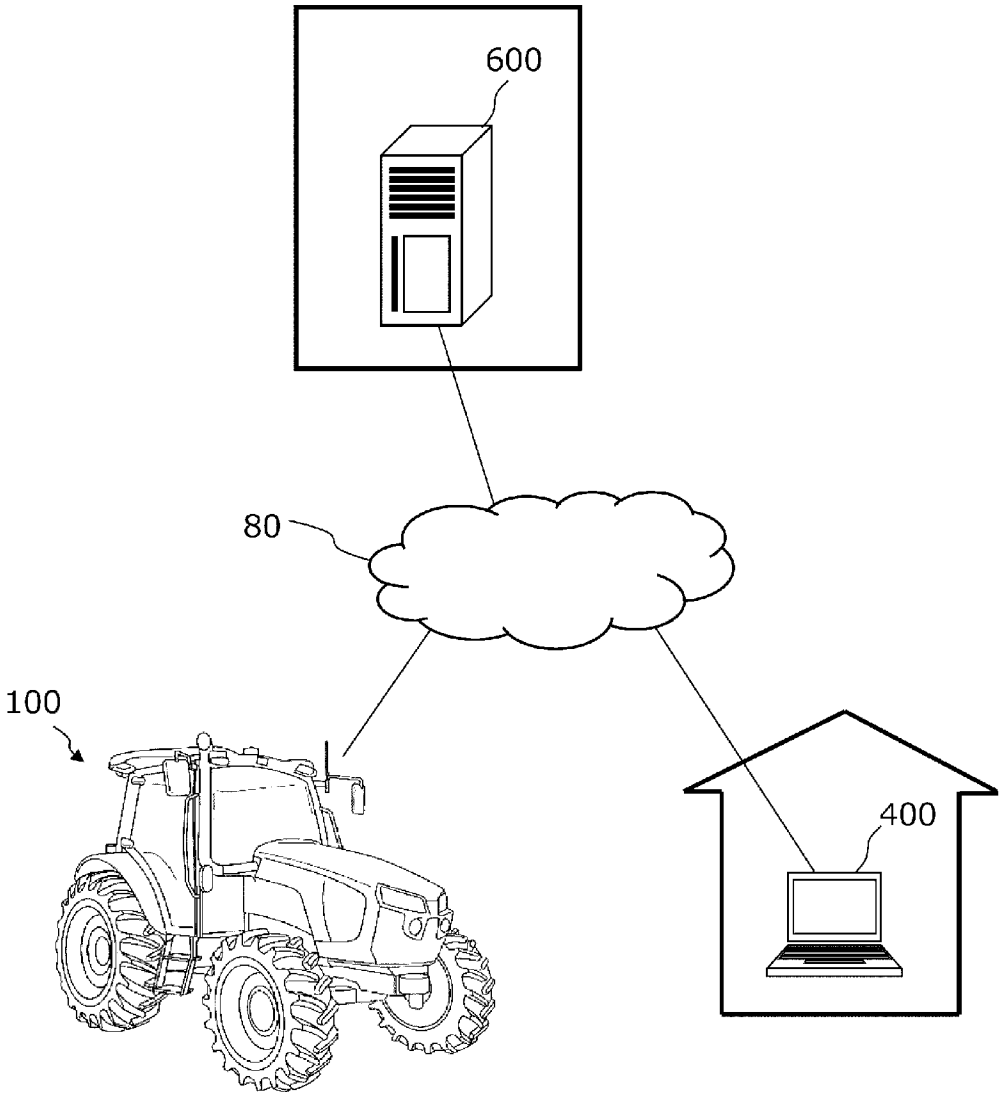
を備える制御システム。

[請求項27] 請求項２６に記載の制御システムと、

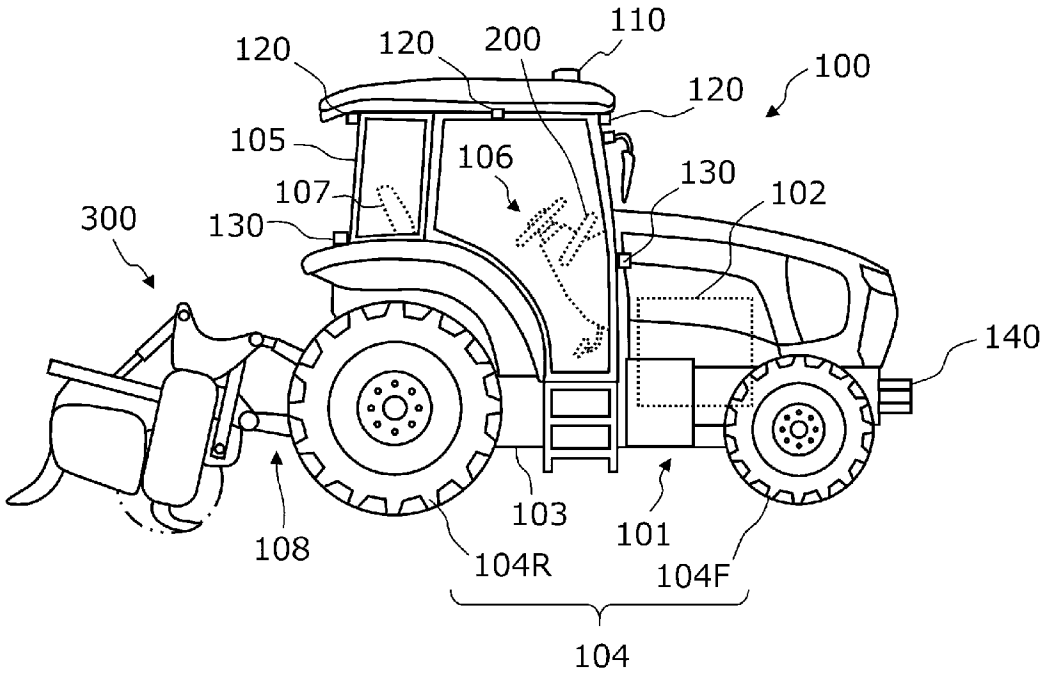
前記制御装置によって制御される駆動装置と、

を備える農業機械。

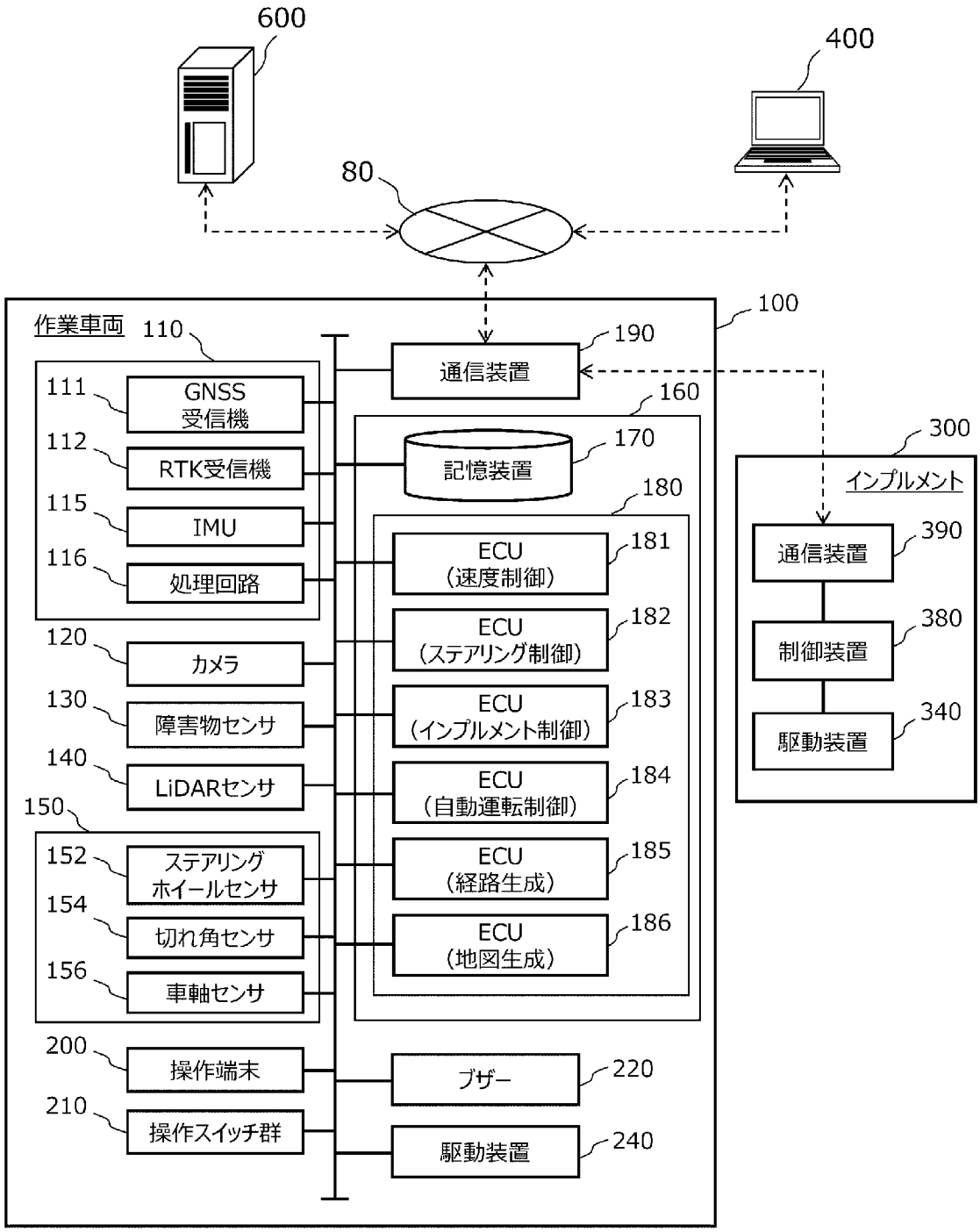
[図1]


600
80
100
400

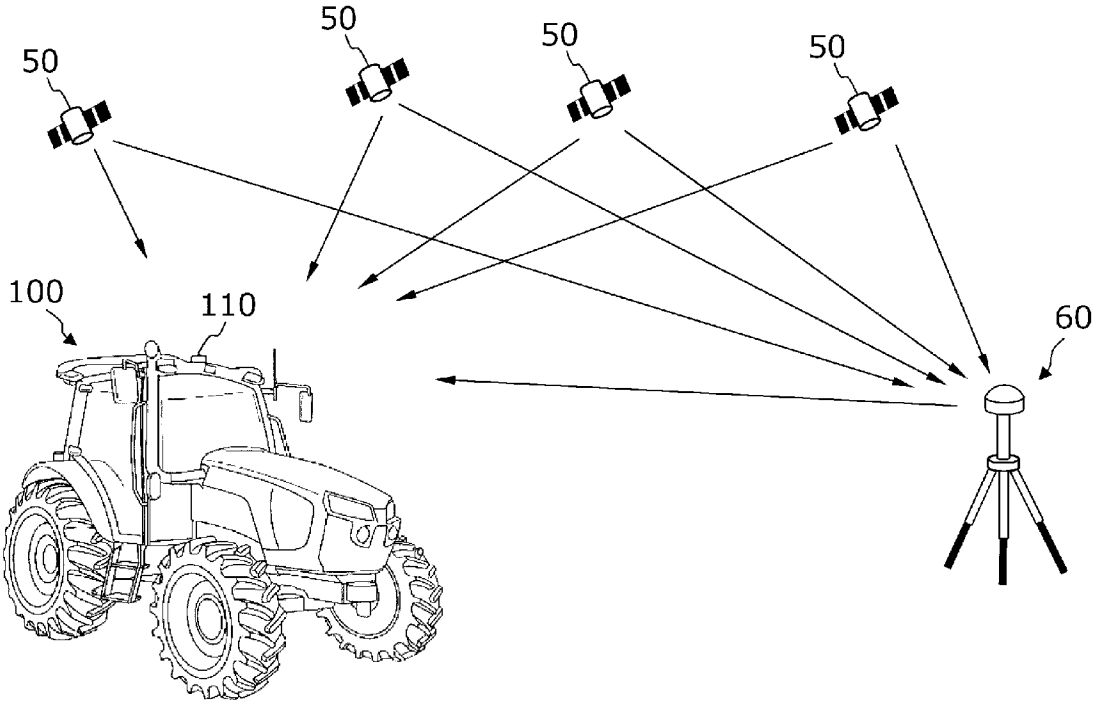
[図2]


120
120
200
110
120
100
105
106
130
107
102
300
130
140
108
103
101
104R
104F
104

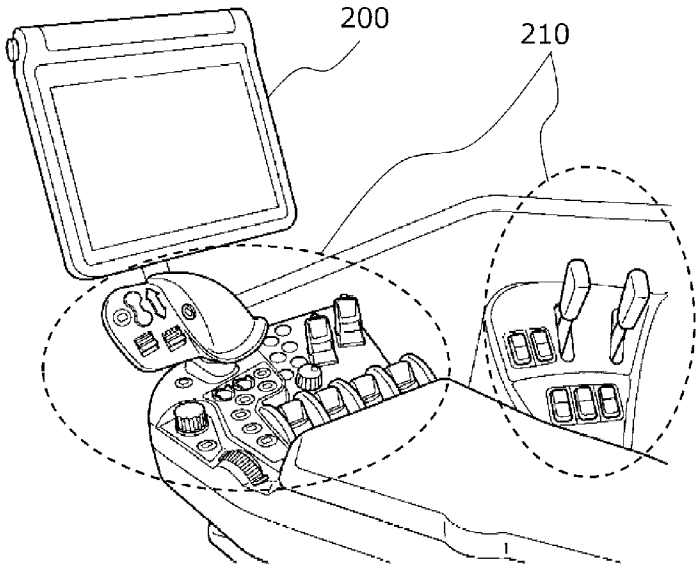
[図3]


600
400
80
100
作業車両
110
111
GNSS
受信機
112
RTK受信機
115
IMU
116
処理回路
120
カメラ
130
障害物センサ
140
LiDARセンサ
150
152
ステアリング
ホイールセンサ
154
切れ角センサ
156
車軸センサ
200
操作端末
210
操作スイッチ群
190
通信装置
160
170
記憶装置
180
ECU
(速度制御)
181
ECU
(ステアリング制御)
182
ECU
(インプルメント制御)
183
ECU
(自動運転制御)
184
ECU
(経路生成)
185
ECU
(地図生成)
186
ブザー
220
駆動装置
240
300
インプルメント
通信装置
390
制御装置
380
駆動装置
340

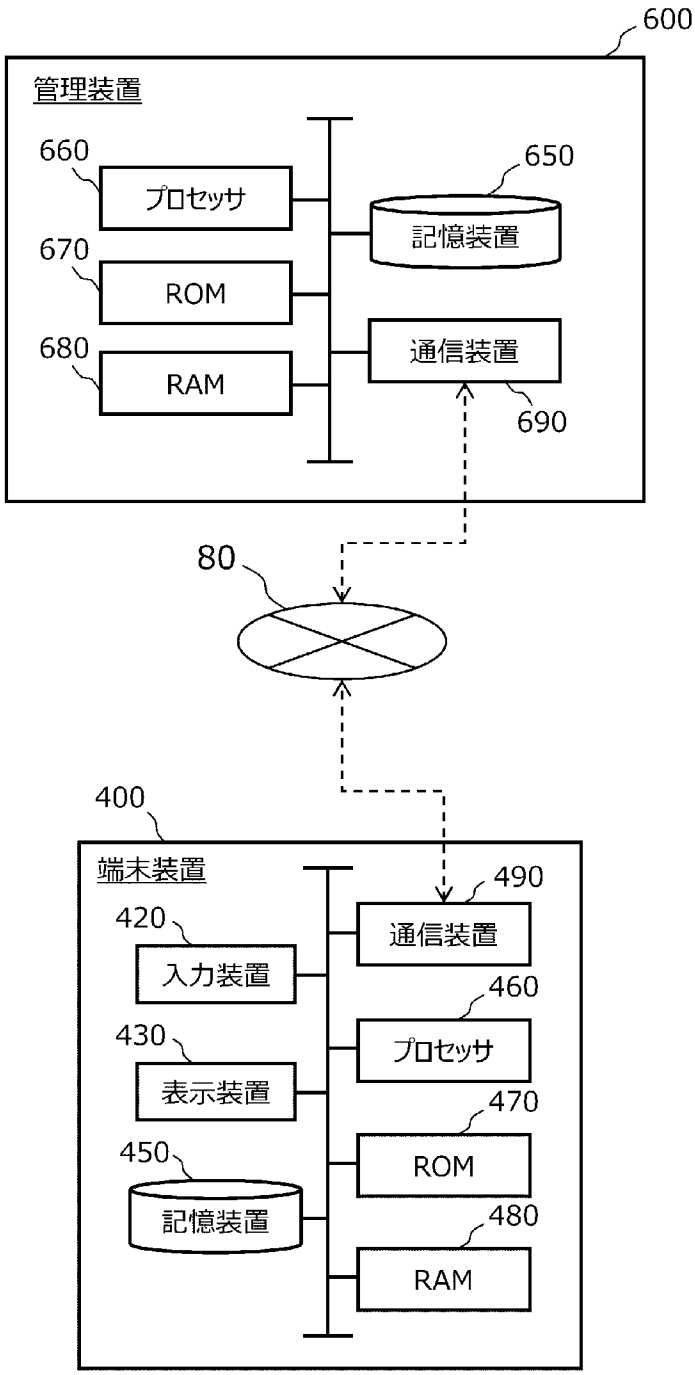
[図4]



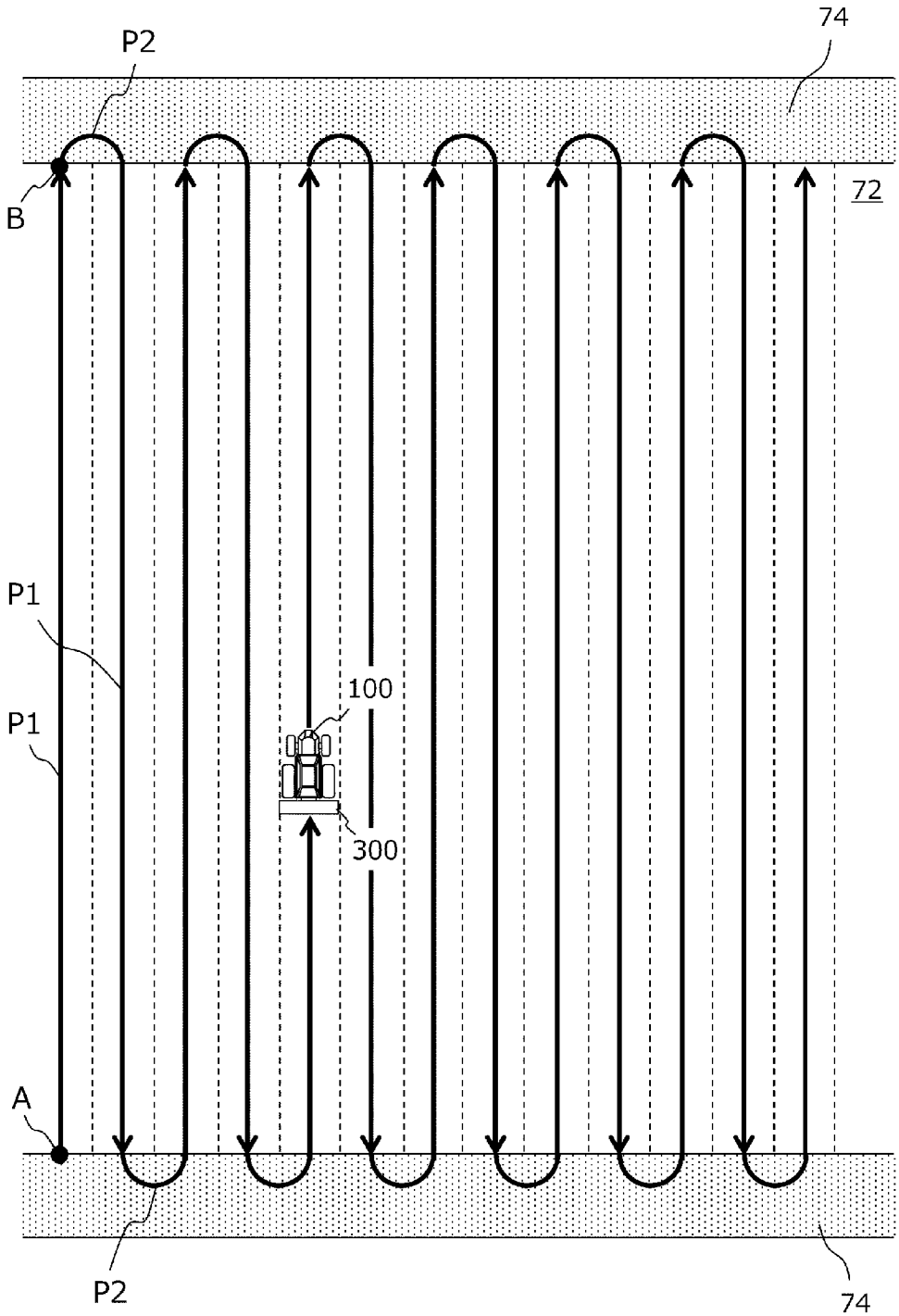
[図5]



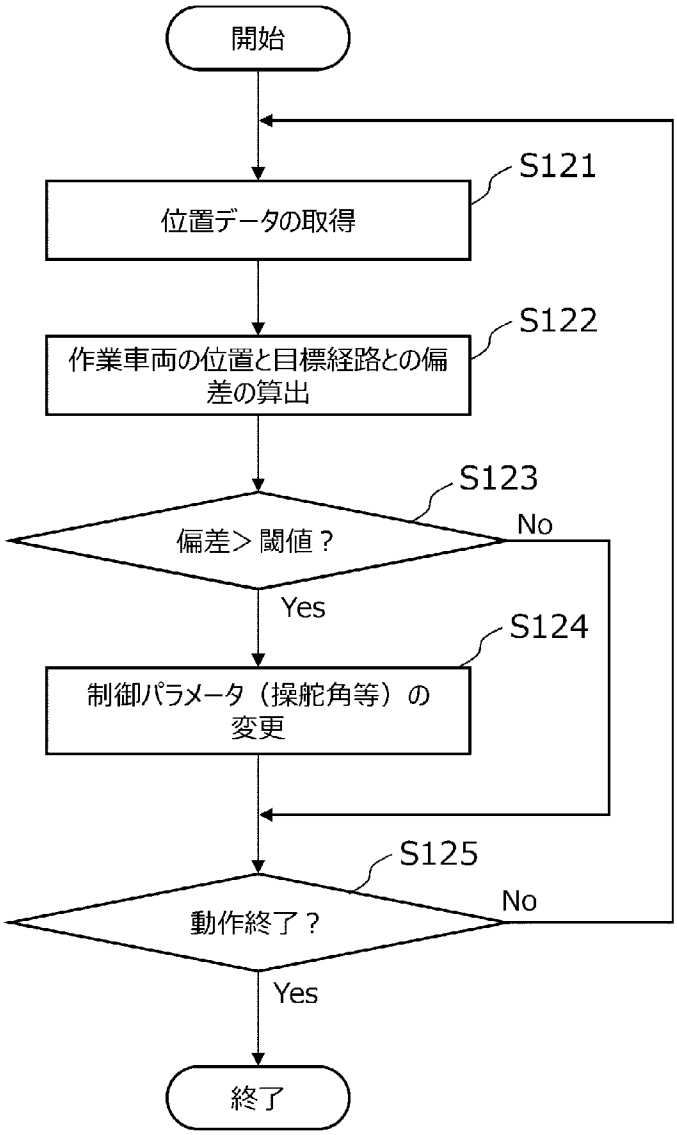
[図6]


600
管理装置
660
プロセッサ
650
記憶装置
670
ROM
680
RAM
通信装置
690
80
400
端末装置
490
通信装置
420
入力装置
460
プロセッサ
430
表示装置
470
ROM
450
記憶装置
480
RAM

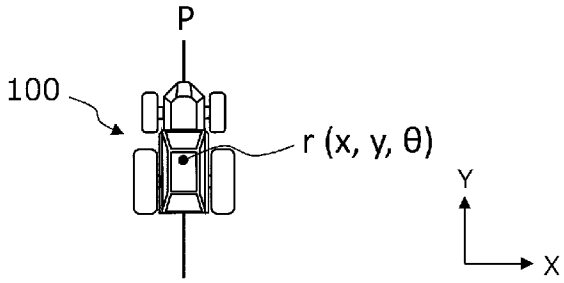
[図7]



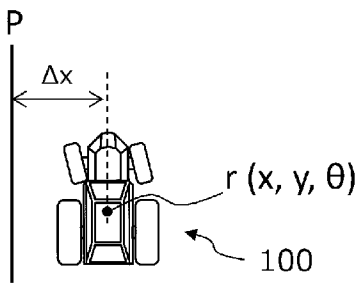
[図8]


開始
S121
位置データの取得
S122
作業車両の位置と目標経路との偏差の算出
S123
偏差＞閾値？
No
Yes
S124
制御パラメータ（操舵角等）の変更
S125
動作終了？
No
Yes
終了

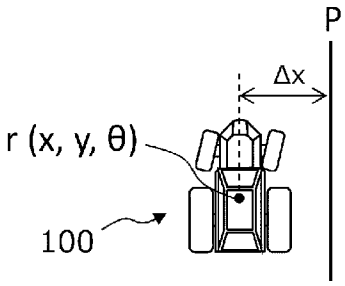
[図9A]


P
100
r (x, y, θ)
Y
X

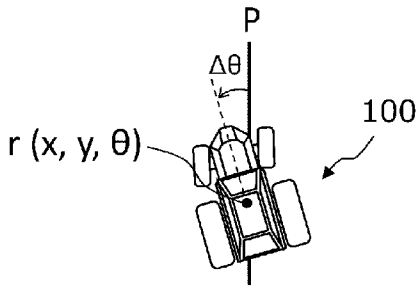
[図9B]


P
Δx
r (x, y, θ)
100

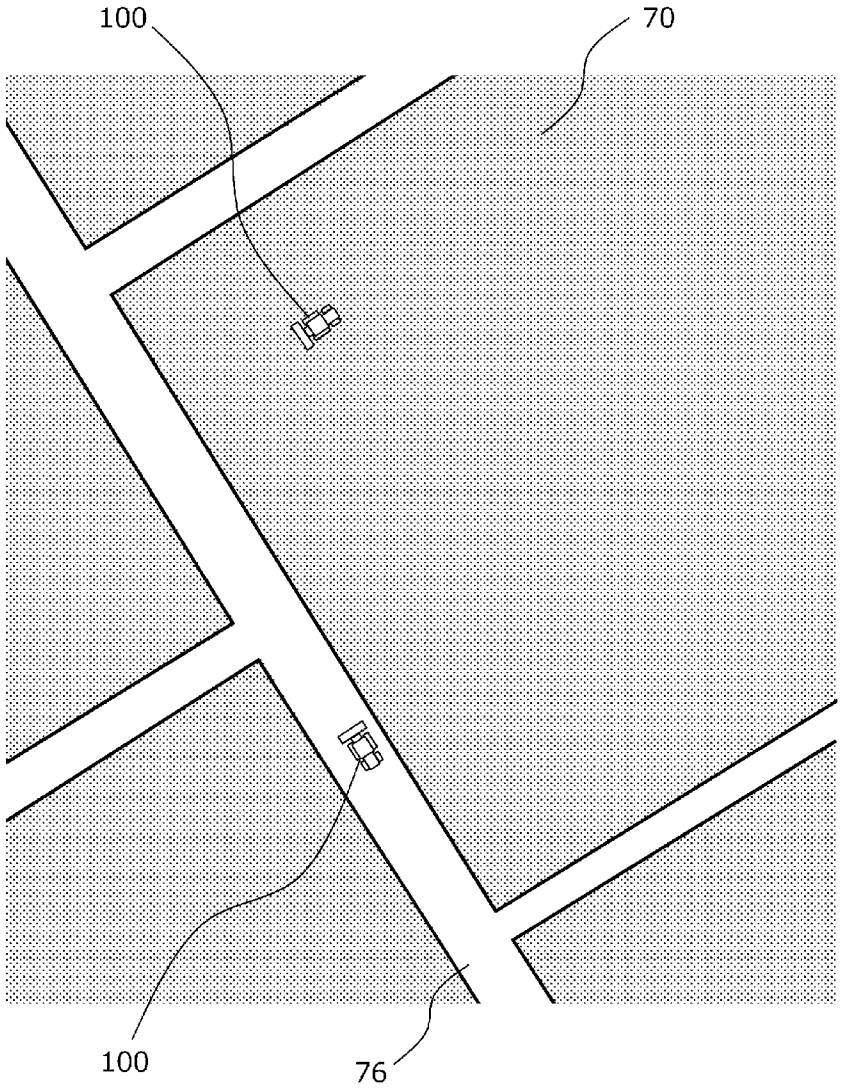
[図9C]



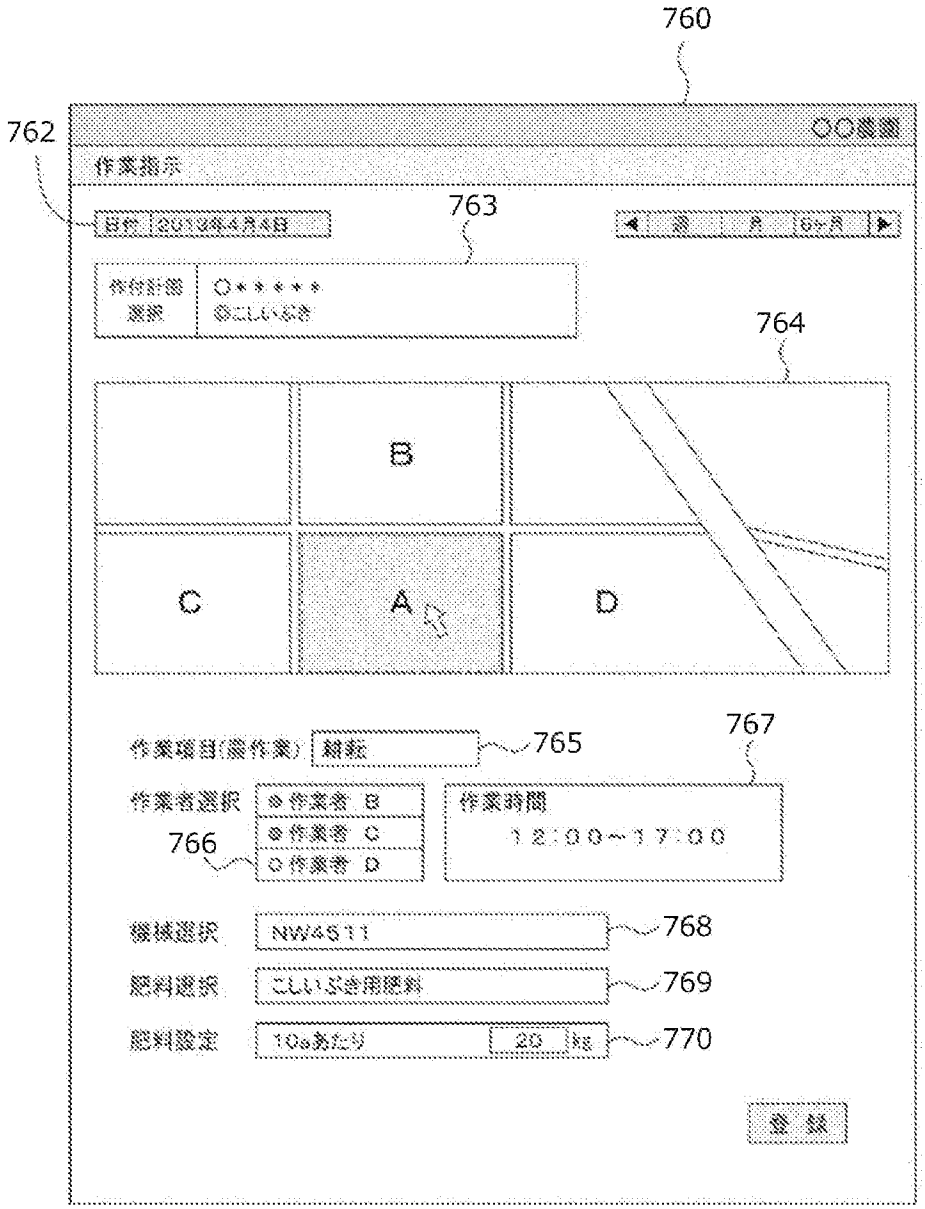
[図9D]



[図10]



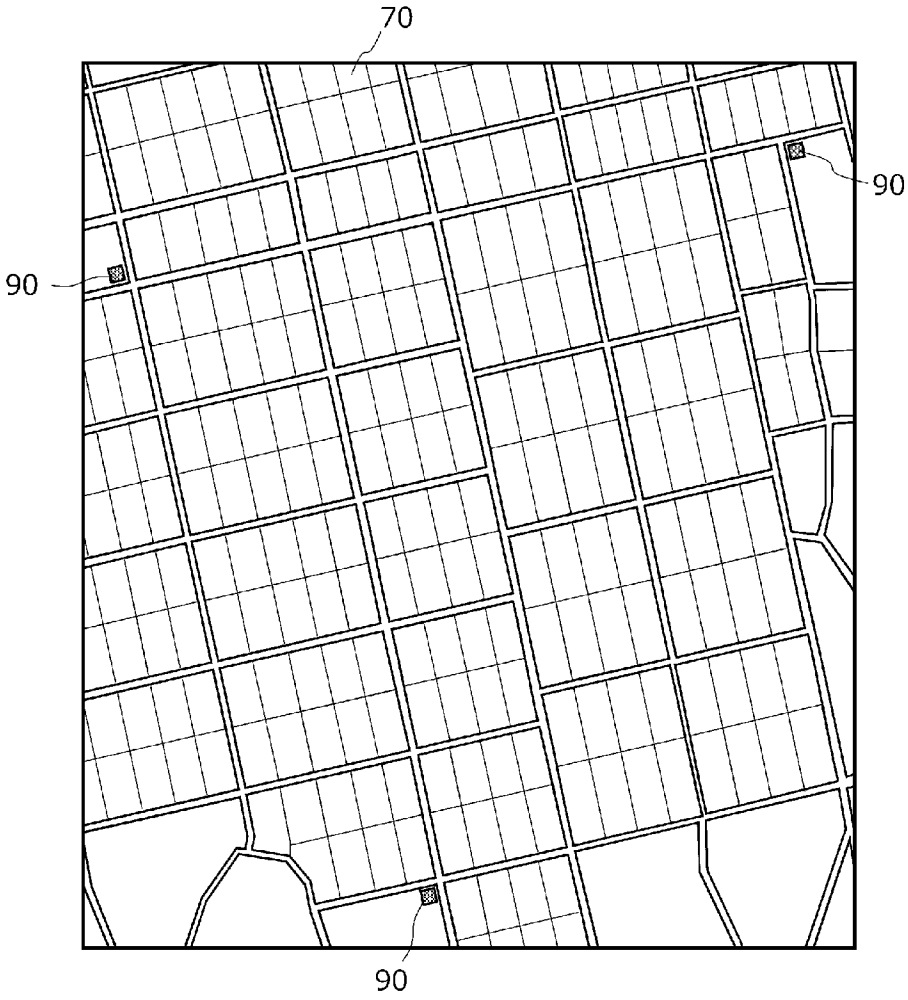
[図11]



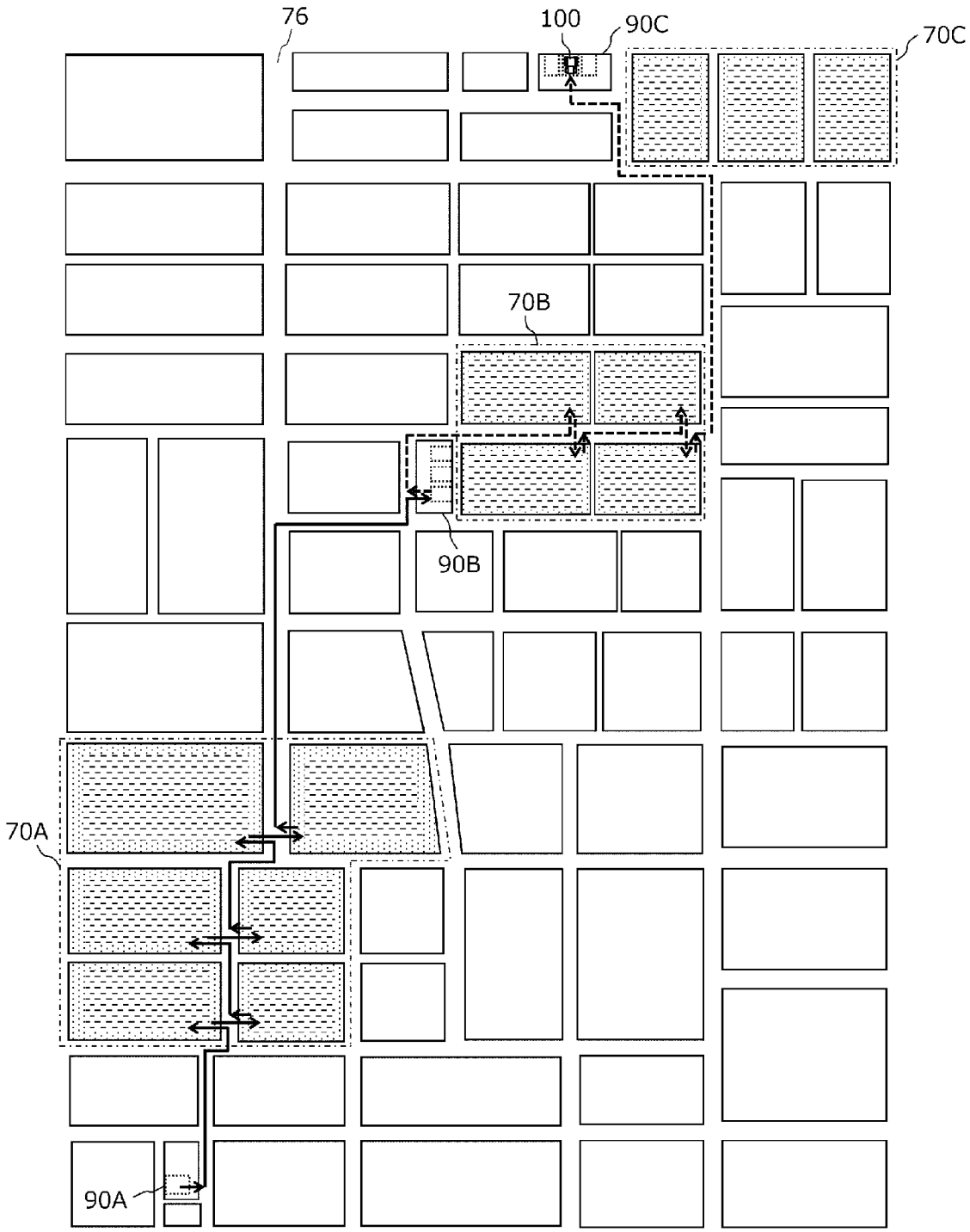
[図12]

農業機械	日時	圃場	作業内容	インプルメント
農業機械A	2021/6/21 8:00～11:00	圃場A	農薬散布	インプルメントA
農業機械A	2021/6/21 12:00～14:00	圃場B	農薬散布	インプルメントA
農業機械A	2021/6/21 15:00～18:00	圃場C	農薬散布	インプルメントA
農業機械A	2021/6/22 8:00～12:00	圃場D	耕耘	インプルメントB
・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・	・ ・ ・

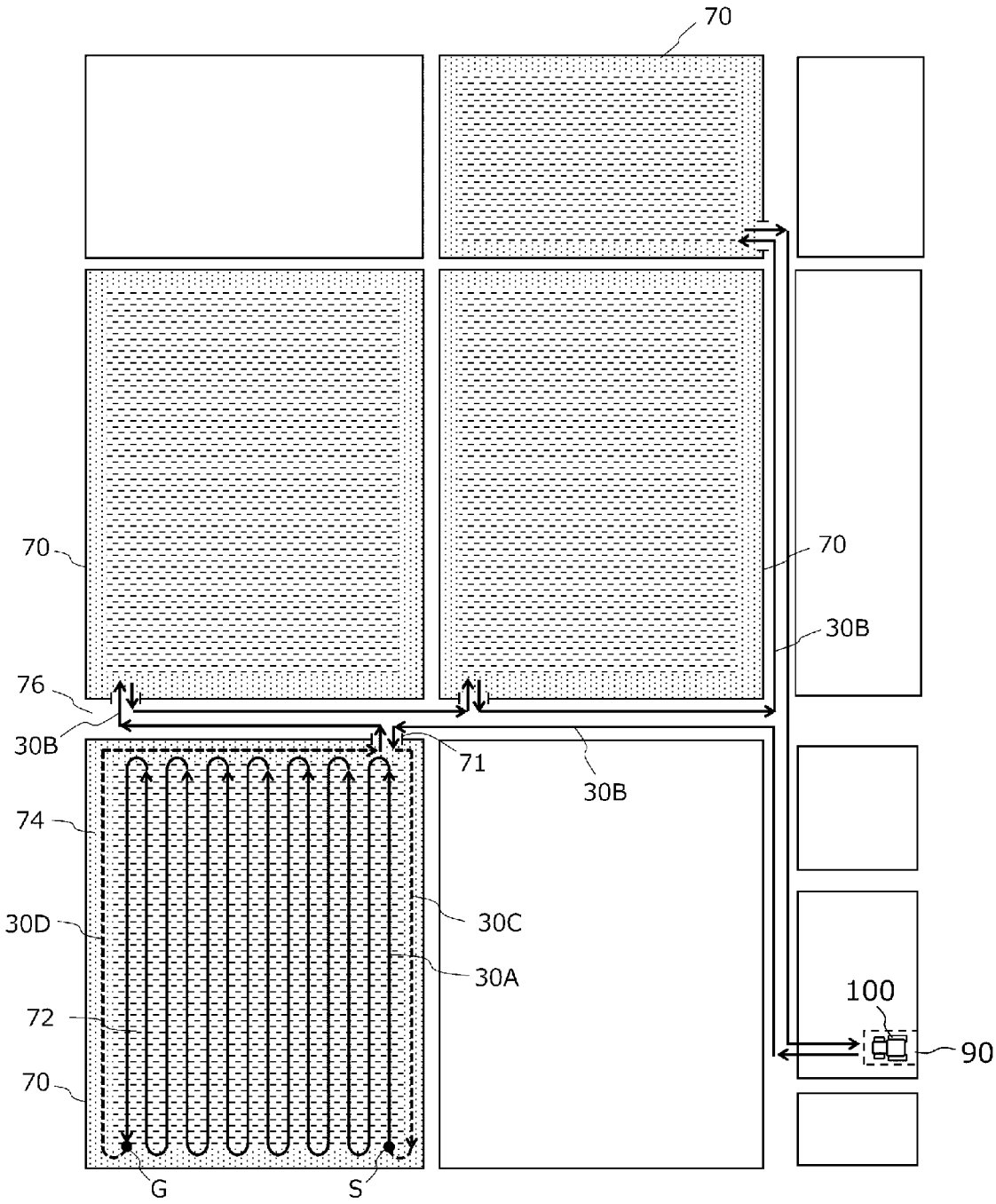
[図13]



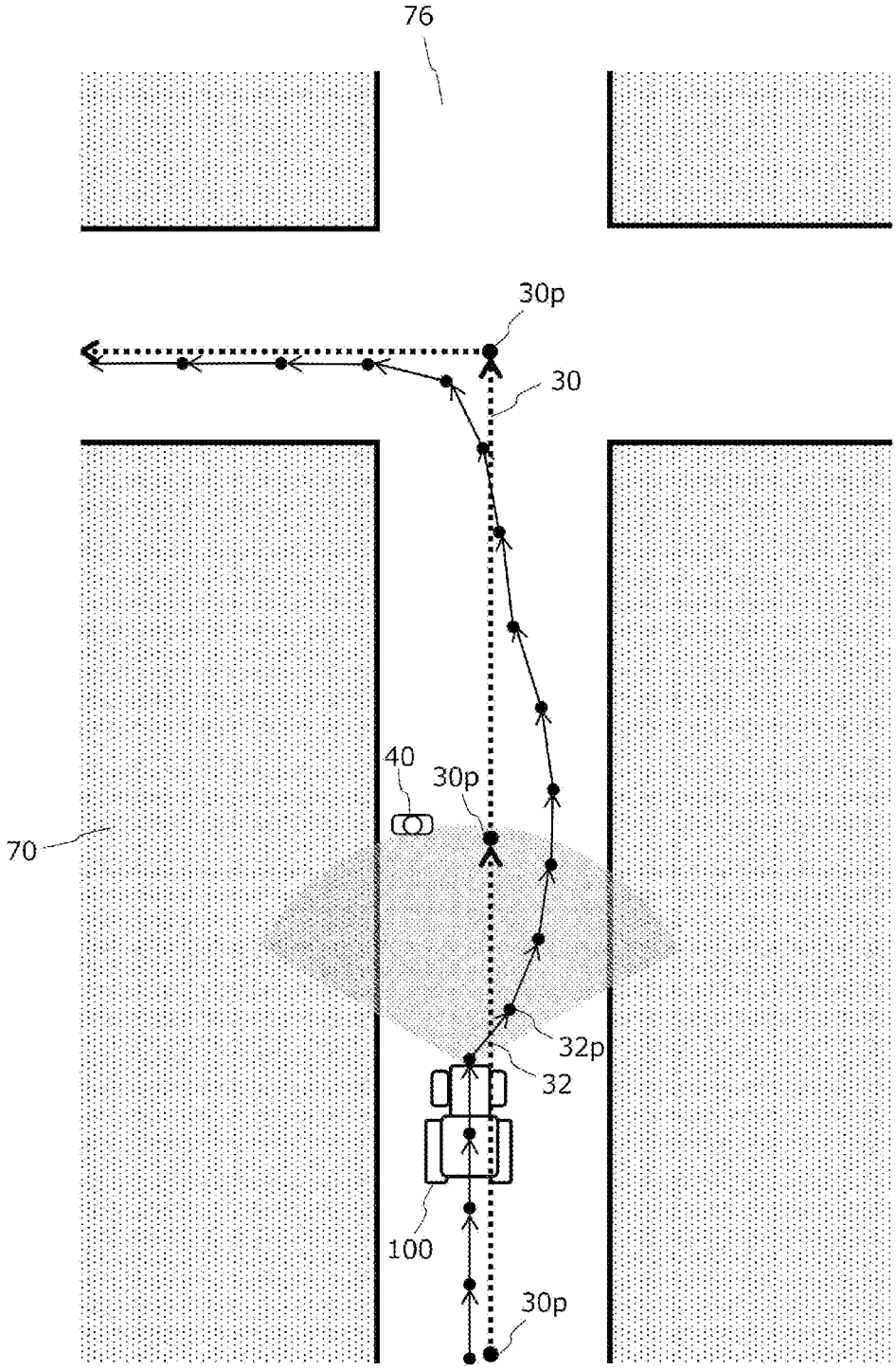
[図14]



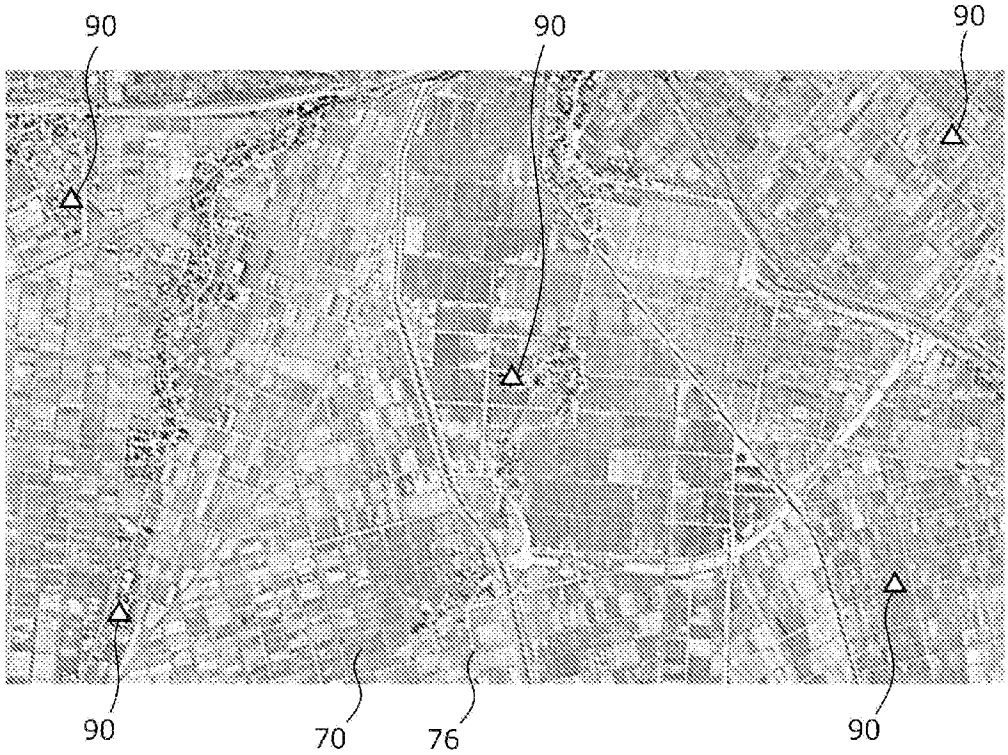
[図15]



[図16]



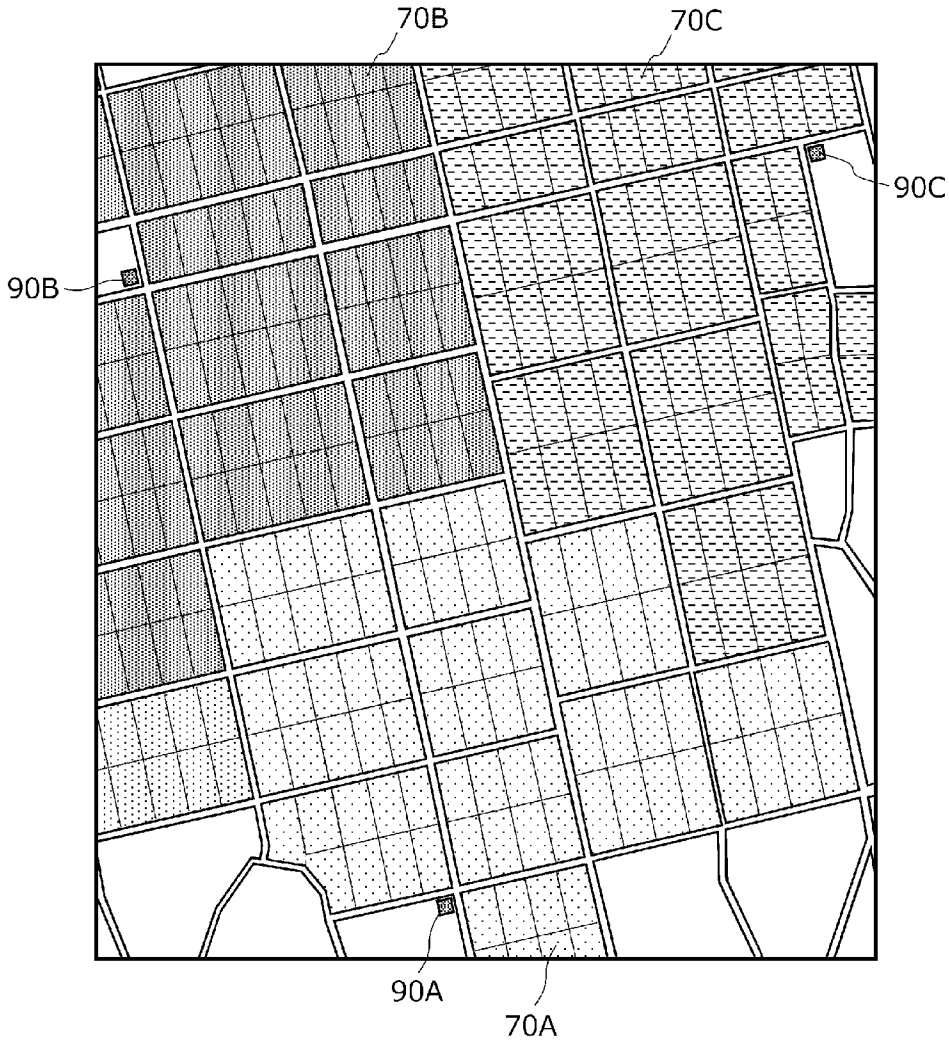
[図17]



[図18]

圃場	待機場所
圃場＃1	待機場所Ａ
圃場＃2	
圃場＃3	
・ ・ ・	
圃場＃30	
圃場＃31	待機場所Ｂ
圃場＃32	
圃場＃33	
・ ・ ・	
圃場＃60	
圃場＃61	待機場所Ｃ
圃場＃62	
圃場＃63	
・ ・ ・	
圃場＃100	

[図19]



[図20]

圃場	待機場所	生育状況 (草丈)	予定 作業日
圃場#1	待機場所A	101cm	9月6日
圃場#2		100cm	9月7日
圃場#3		101cm	9月6日
・ ・ ・		・ ・ ・	・ ・ ・
圃場#30		99cm	9月8日
圃場#31	待機場所B	105cm	9月2日
圃場#32		104cm	9月3日
圃場#33		106cm	9月1日
・ ・ ・		・ ・ ・	・ ・ ・
圃場#60		101cm	9月6日
圃場#61	待機場所C	94cm	9月13日
圃場#62		96cm	9月11日
圃場#63		96cm	9月11日
・ ・ ・		・ ・ ・	
圃場#100		95cm	9月12日

[図21]

	待機場所Ａ 圃場数	待機場所Ｂ 圃場数	待機場所Ｃ 圃場数	特定の待機場所
9月1日	0	6	0	待機場所Ｂ
9月2日	0	6	0	
9月3日	0	5	0	
9月4日	0	5	0	
9月5日	0	6	0	
9月6日	6	2	0	待機場所Ａ
9月7日	8	0	0	
9月8日	6	0	0	
9月9日	7	0	0	
9月10日	3	0	1	
9月11日	0	0	12	待機場所Ｃ
9月12日	0	0	10	
9月13日	0	0	10	
9月14日	0	0	5	
9月15日	0	0	2	

[図22]

圃場	待機場所	進捗状況	予定作業日
圃場＃1	待機場所A	耕転未	4月22日
圃場＃2		耕転未	4月22日
圃場＃3		耕転未	4月22日
・ ・ ・		・ ・ ・	・ ・ ・
圃場#30		耕転済	―
圃場#31	待機場所B	耕転未	4月20日
圃場#32		耕転未	
圃場#33		耕転未	
・ ・ ・		・ ・ ・	
圃場#60		耕転未	4月19日
圃場#61	待機場所C	耕転済	―
圃場#62		耕転済	
圃場#63		耕転済	
・ ・ ・		・ ・ ・	
圃場#100		耕転済	

[図23]

	待機場所A 圃場数	待機場所B 圃場数	待機場所C 圃場数	特定の待機場所
4月19日	0	10	0	待機場所B
4月20日	0	20	0	
4月21日	5	0	0	待機場所A
4月22日	15	0	0	

[図24]

作付け情報 （品種）	待機場所A 圃場数	待機場所B 圃場数	待機場所C 圃場数
こしひかりA	5	28	0
こしひかりB	25	2	0
ひのひかり	0	0	40

[図25]

	待機場所A 圃場数	待機場所B 圃場数	待機場所C 圃場数	特定の待機場所
4月19日	0	9	0	待機場所B
4月20日	0	11	0	
4月21日	0	10	0	
4月22日	2	0	0	待機場所A
4月23日	6	0	0	
4月24日	6	0	0	
4月25日	7	0	0	
4月26日	6	0	0	
4月27日	3	0	0	
4月28日	0	0	3	待機場所C
4月29日	0	0	9	
4月30日	0	0	8	
5月1日	0	0	8	
5月2日	0	0	7	
5月3日	0	0	5	

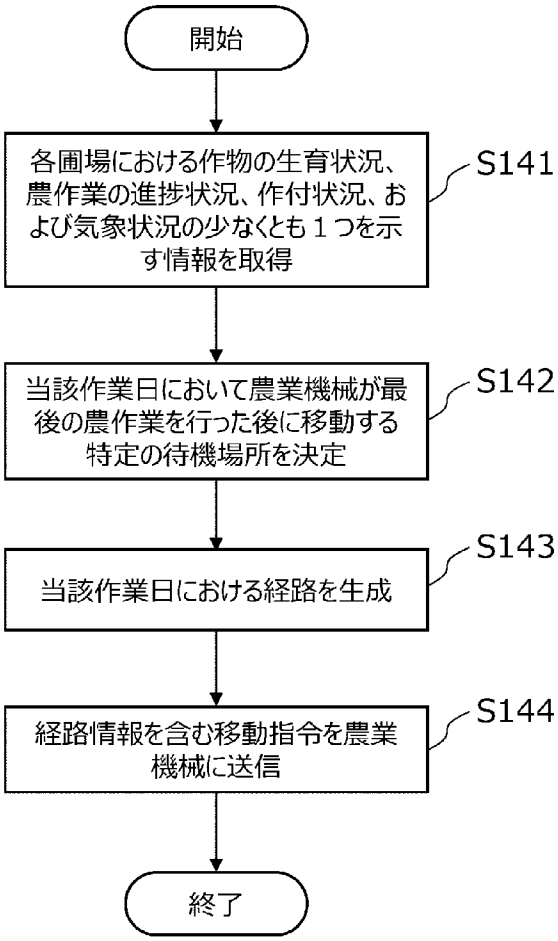
[図26]

	待機場所A	待機場所B	待機場所C	特定の待機場所
4月19日	晴のち雨	晴	雨	待機場所B
4月20日	雨	晴	雨	
4月21日	晴	晴	雨時々曇り	
4月22日	晴	晴	雨時々曇り	待機場所A
4月23日	晴	晴	くもり	
4月24日	晴	晴	晴	
4月25日	晴	晴	くもり	待機場所C
4月26日	晴	晴	くもり	

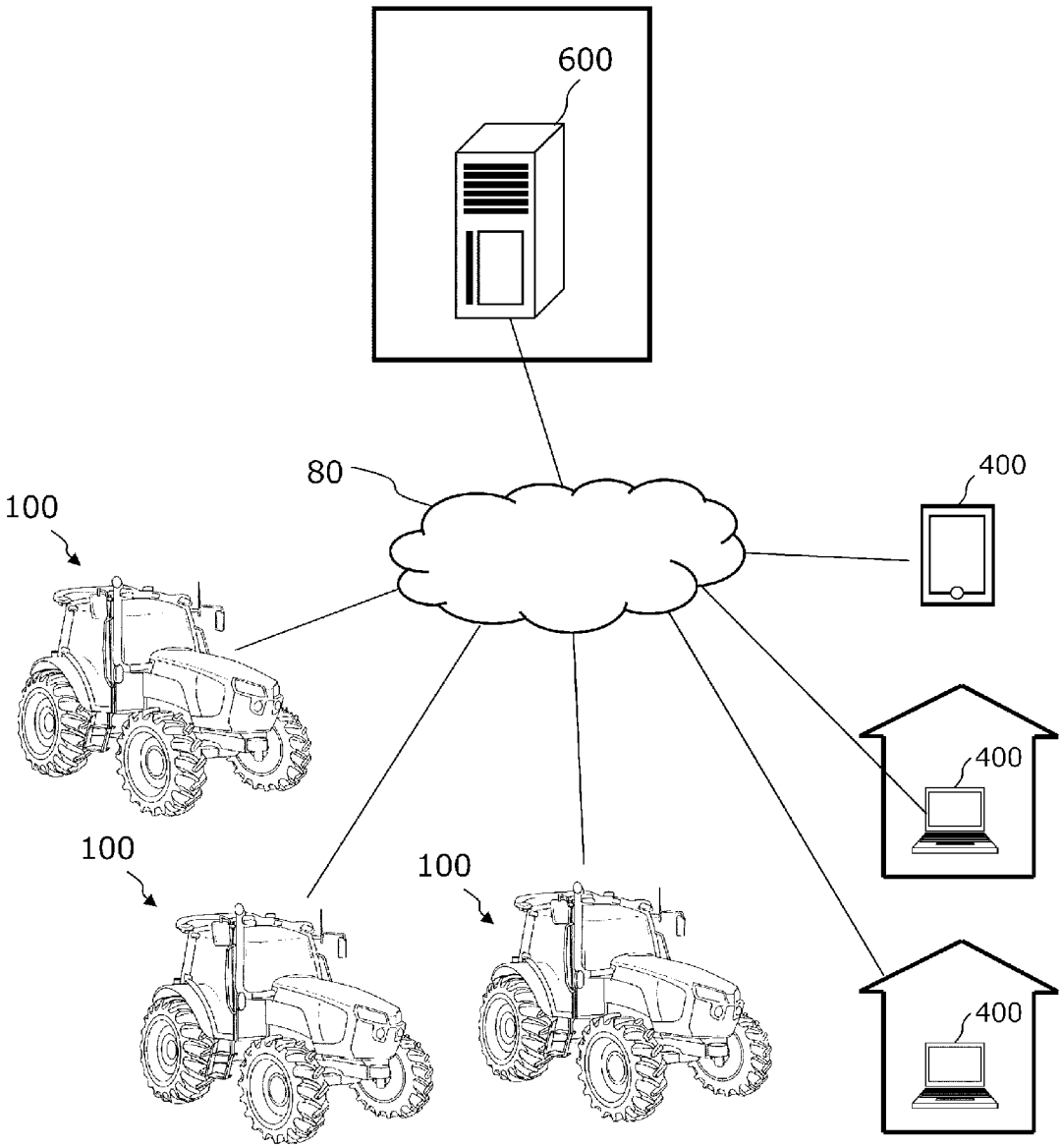
[図27]

	待機場所A	待機場所B	待機場所C	特定の待機場所
4月19日	−	耕耘	−	待機場所B
4月20日				
4月21日				
4月22日	耕耘	−	−	待機場所A
4月23日				
4月24日				
4月25日	−	−	耕耘	待機場所C
4月26日				

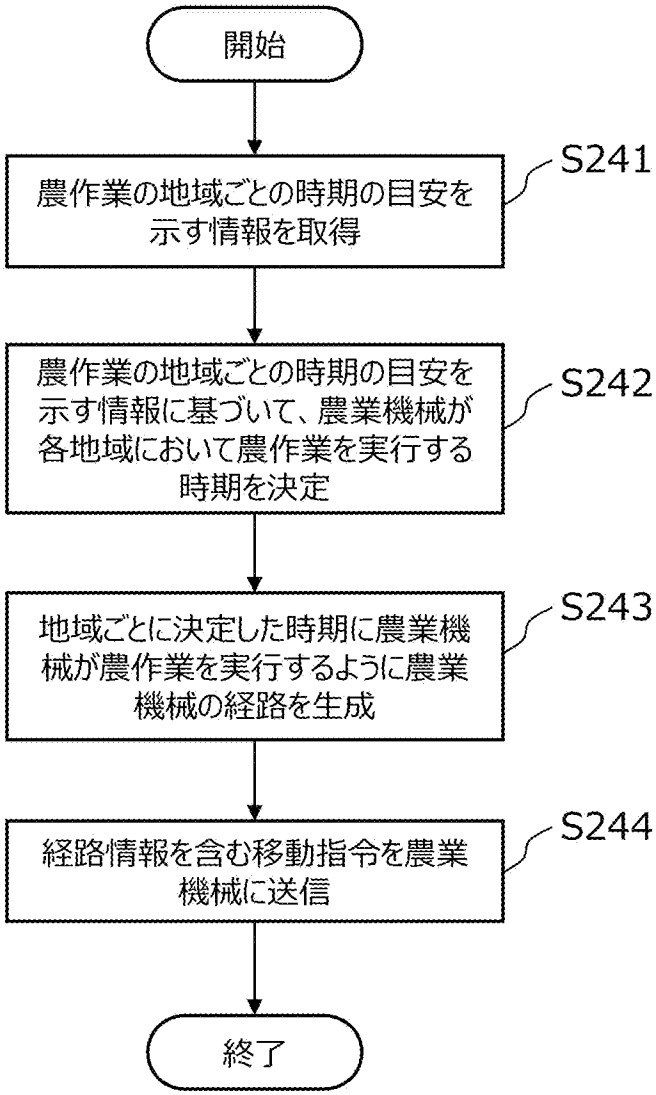
[図28]


開始
各圃場における作物の生育状況、農作業の進捗状況、作付状況、および気象状況の少なくとも１つを示す情報を取得
S141
当該作業日において農業機械が最後の農作業を行った後に移動する特定の待機場所を決定
S142
当該作業日における経路を生成
S143
経路情報を含む移動指令を農業機械に送信
S144
終了

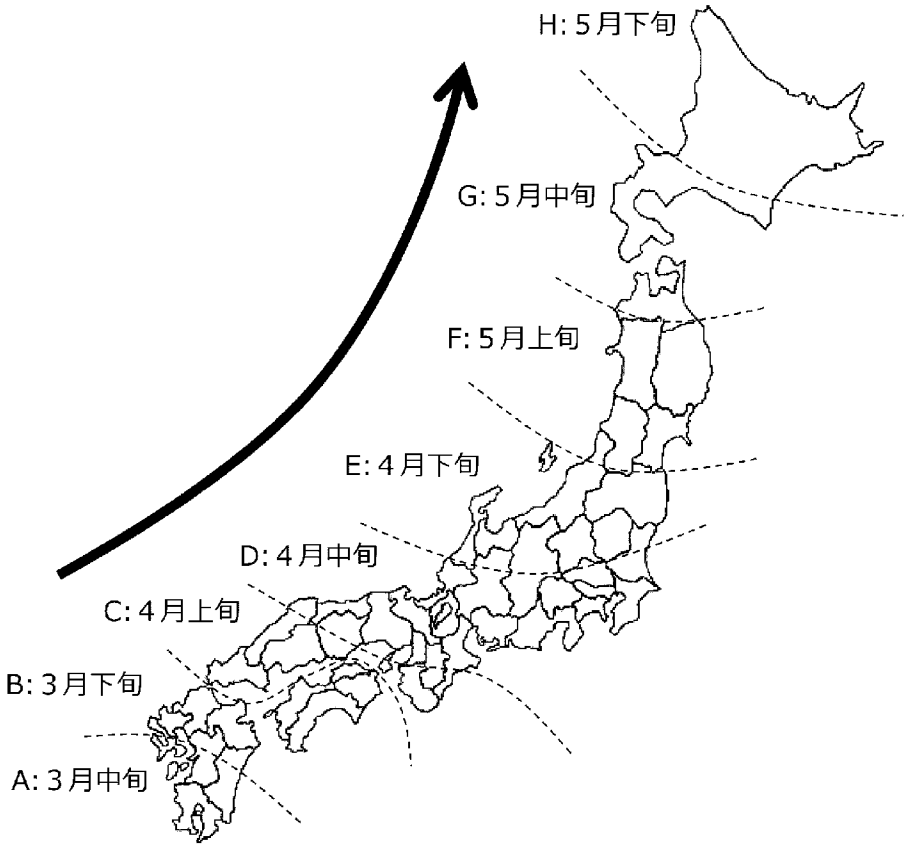
[図29]



[図30]


開始
農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報を取得
S241
農作業の地域ごとの時期の目安を示す情報に基づいて、農業機械が各地域において農作業を実行する時期を決定
S242
地域ごとに決定した時期に農業機械が農作業を実行するように農業機械の経路を生成
S243
経路情報を含む移動指令を農業機械に送信
S244
終了

[図31]



[図32]

地域	作業時期
地域A	3月中旬
地域B	3月下旬
地域C	4月上旬
地域D	4月中旬
地域E	4月下旬
地域F	5月上旬
地域G	5月中旬
地域H	5月下旬

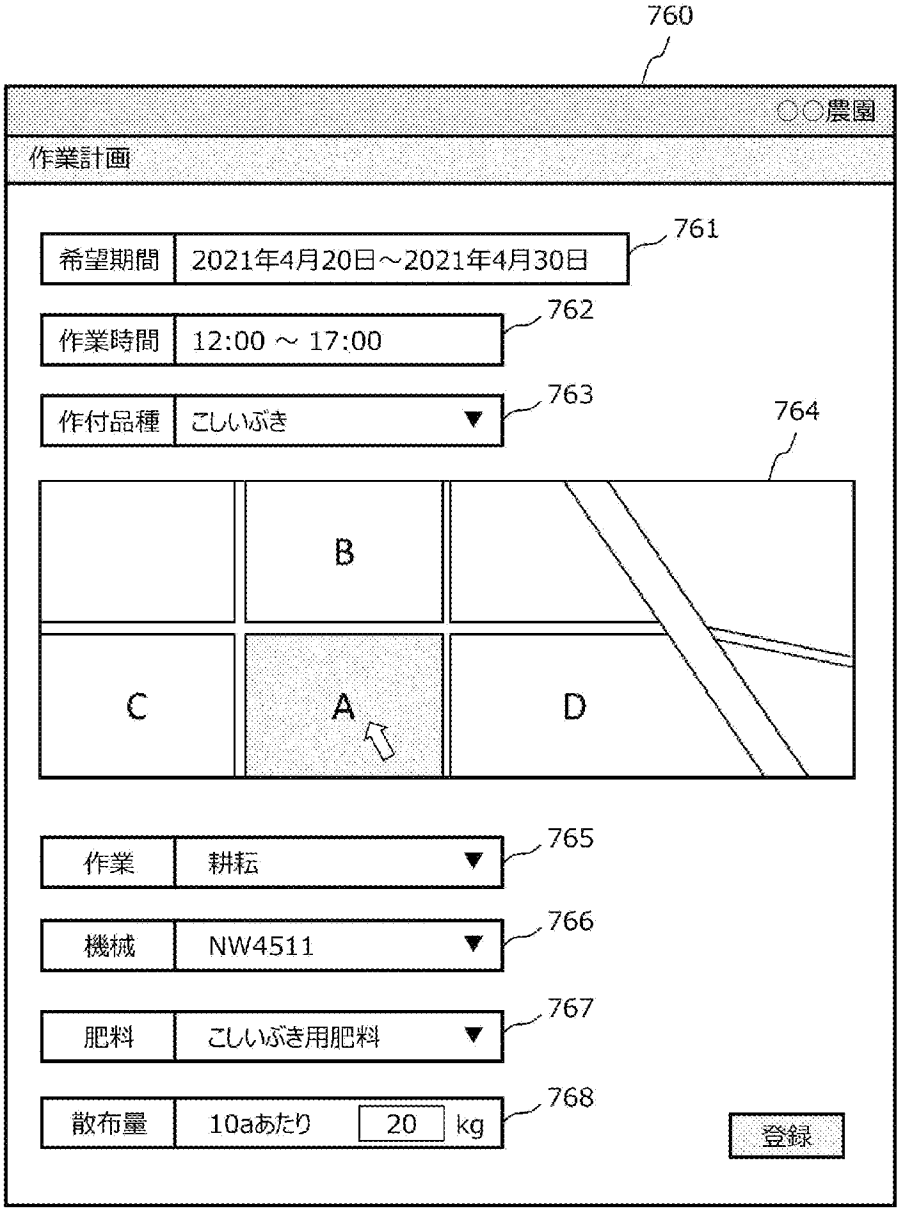
[図33]

	田起こし（トラクタ）	代掻き（トラクタ）	田植え（田植機）	除草剤散布（ドローン）	肥料散布（ドローン）	刈取り（コンバイン）
地域ａ	3月11日～4月17日	5月6日～5月16日	5月13日～5月23日	5月23日～5月28日	6月3日～7月19日	9月13日～9月23日
地域ｂ	3月16日～4月22日	5月11日～5月21日	5月18日～5月28日	5月28日～6月4日	6月8日～7月24日	9月18日～9月28日
地域ｃ	3月21日～4月27日	5月16日～5月26日	5月23日～6月2日	6月4日～6月9日	6月13日～7月31日	9月23日～10月3日
地域ｄ	3月26日～5月2日	5月21日～5月31日	5月28日～6月7日	6月9日～6月14日	6月18日～8月5日	9月28日～10月8日
地域ｅ	3月31日～5月7日	5月26日～6月5日	6月2日～6月12日	6月14日～6月19日	6月23日～8月10日	10月3日～10月13日
地域ｆ	4月5日～5月12日	5月31日～6月10日	6月7日～6月17日	6月19日～6月24日	6月28日～8月15日	10月8日～10月18日

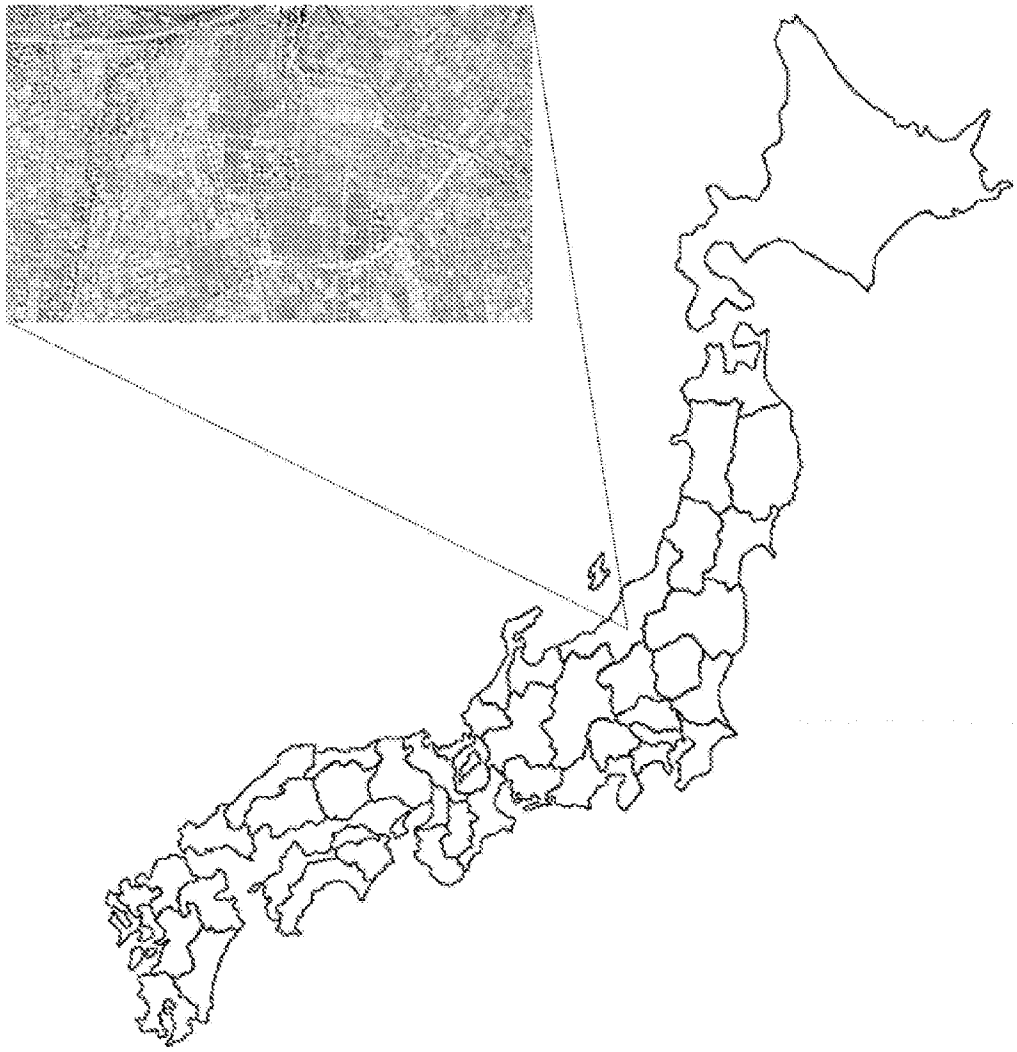
[図34]



[図35]


760
○○農園
作業計画
希望期間
2021年4月20日～2021年4月30日
761
作業時間
12:00 ～ 17:00
762
作付品種
こしいぶき
763
764
B
C
A
D
作業
耕耘
765
機械
NW4511
766
肥料
こしいぶき用肥料
767
散布量
10aあたり
20
kg
768
登録

[図36]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/043810

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01B 69/00(2006.01)i; ***G05D 1/02***(2020.01)i; ***G01C 21/34***(2006.01)i; ***G06Q 50/02***(2012.01)i
FI: G01C21/34; G05D1/02 N; A01B69/00 303Z; G06Q50/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A01B69/00; G05D1/02; G01C21/34; G06Q50/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-068869 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 06 April 2017 (2017-04-06) paragraphs [0017], [0018], [0028], [0066], [0070]-[0075], [0077], [0113], [0176], [0227], [0231]	1, 10-27
A	paragraphs [0017], [0018], [0028], [0066], [0070]-[0075], [0077], [0113], [0176], [0227], [0231]	2-9
Y	JP 11-299351 A (OMRON CORP.) 02 November 1999 (1999-11-02) paragraph [0002]	1, 10-27
Y	JP 2019-128660 A (KUBOTA CORP.) 01 August 2019 (2019-08-01) paragraphs [0021]-[0023], fig. 3	1, 10-14, 16-25
A	JP 2018-005467 A (HITACHI, LTD.) 11 January 2018 (2018-01-11) entire text, all drawings	1-27

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 February 2023	**14 February 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/043810

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2017-068869 A	06 April 2017	(Family: none)	
JP 11-299351 A	02 November 1999	(Family: none)	
JP 2019-128660 A	01 August 2019	US 2020/0305338 A1 paragraphs [0037]-[0039], fig. 3 WO 2019/142467 A1 EP 3751501 A1 CN 111095340 A	
JP 2018-005467 A	11 January 2018	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/043810

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

A01B 69/00(2006.01)i; G05D 1/02(2020.01)i; G01C 21/34(2006.01)i; G06Q 50/02(2012.01)i
FI: G01C21/34; G05D1/02 N; A01B69/00 303Z; G06Q50/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

A01B69/00; G05D1/02; G01C21/34; G06Q50/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2017-068869 A (三菱電機株式会社) 06.04.2017 (2017-04-06) 段落[0017]-[0018], [0028], [0066], [0070]-[0075], [0077], [0113], [0176], [0227], [0231]	1, 10-27
A	段落[0017]-[0018], [0028], [0066], [0070]-[0075], [0077], [0113], [0176], [0227], [0231]	2-9
Y	JP 11-299351 A (オムロン株式会社) 02.11.1999 (1999-11-02) 段落[0002]	1, 10-27
Y	JP 2019-128660 A (株式会社クボタ) 01.08.2019 (2019-08-01) 段落[0021]-[0023], 図3	1, 10-14, 16-25
A	JP 2018-005467 A (株式会社日立製作所) 11.01.2018 (2018-01-11) 全文, 全図	1-27

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
01.02.2023	14.02.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
上野　博史 3Z 8369

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/043810

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-068869 A	06.04.2017	（ファミリーなし）	
JP 11-299351 A	02.11.1999	（ファミリーなし）	
JP 2019-128660 A	01.08.2019	US 2020/0305338 A1 段落[0037]-[0039]，図3 WO 2019/142467 A1 EP 3751501 A1 CN 111095340 A	
JP 2018-005467 A	11.01.2018	（ファミリーなし）	