(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
2019年9月19日(19.09.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/176879 A1

(51) 国際特許分類:
G06Q 50/02 (2012.01) *A01G 7/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/009789

(22) 国際出願日： 2019年3月11日(11.03.2019)

(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 2018-050198 2018年3月16日(16.03.2018) JP

(71) 出願人: 日本電気株式会社 (**NEC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 菊池 裕介 (**KIKUCHI, Yusuke**); 〒1088001 東京都港区芝五丁目７番１号日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人ブライタス (**BRIGHTAS IP ATTORNEYS**); 〒1040061 東京都中央区銀座１丁目１９番１２号 Tokyo (JP).

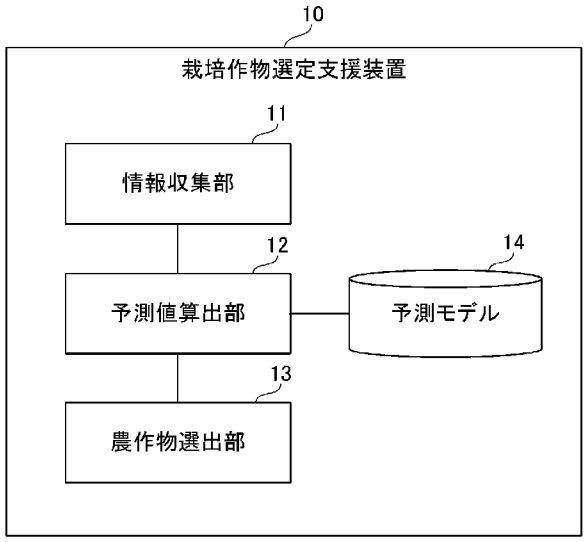
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

WO 2019/176879 A1

(54) **Title:** DEVICE FOR ASSISTING SELECTION OF CROP FOR CULTIVATION, METHOD FOR ASSISTING SELECTION OF CROP FOR CULTIVATION, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 栽培作物選定支援装置、栽培作物選定支援方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

[図1]



10 Device for assisting selection of crop for cultivation
11 Information collection unit
12 Estimate calculation unit
13 Farm crop selection unit
14 Prediction model

(57) **Abstract:** This device 10 for assisting the selection of a crop for cultivation is provided with: an information collection unit 11 that collects information about a specific field; an estimate calculation unit 12 which calculates an estimated yield of one or two or more of farm crops when cultivated in the specific field by applying the information collected by

[続葉有]

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

the information collection unit 11 to a prediction model 14 produced by machine learning of the relationship between information about a field serving as a sample and information about the yield of the crops produced from the field serving as the sample; and a farm crop selection unit 13 which selects a farm crop suitable for cultivation in the specific field on the basis of the estimated yield calculated for the one or two or more farm crops.

(57) 要約:栽培作物選定支援装置１０は、特定の圃場に関する情報を収集する、情報収集部１１と、サンプルとなる圃場に関する情報と前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、予測モデル１４に、情報収集部１１によって収集された情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、特定の圃場において栽培した場合の実績の予測値を算出する、予測値算出部１２と、１又は２以上の農作物について算出された予測値に基づいて、特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する、農作物選出部１３と、を備えている。

明　細　書

発明の名称 ：

栽培作物選定支援装置、栽培作物選定支援方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、各圃場において栽培に適した作物の選定を支援するための、栽培作物選定支援装置、及び栽培作物選定支援方法に関し、更には、これらを実現するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 従来から、露地栽培において、圃場に作付けされ農作物の種類は、圃場がある地域の気候、日当たり、土質、市場の要求等に基づいて、生産者によって任意に決定されている。このため、作付けしてみたが、農作物が圃場に合わずに、予定した、収量が得られなかったり、品質が低かったり、といった事態が発生する可能性がある。

[0003] このような事態を鑑み、圃場にあった作物を選出するための技術が開示されている（例えば、特許文献１及び２参照）。具体的には、特許文献１には、圃場に最適な農作物を提示するシステムが開示されている。特許文献１に開示されたシステムは、農作物の品種毎に土壌条件を登録しているデータベースに、土壌分析装置から得られた圃場の土壌の分析結果を、照合することで、最適な農作物を選出し、選出した農作物を画面に表示する。また、このシステムは、農作物の指定を受けた場合は、指定された農作物に適した土壌条件と、同情分析装置の分析結果とを比較し、土壌改良のための施策を特定することもできる。

[0004] また、特許文献２にも、圃場に最適な農作物を提示するシステムが開示されている。特許文献２に開示されたシステムは、圃場の土壌の成分を示す土壌分析情報、農作物の市場価格情報、農作物の栽培情報、及び圃場の地域の

年間の気象情報に基づいて、作付けすべき農作物を提案する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０００－８３４７６号公報

特許文献2：特開２００５－８０５１４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献１に開示されたシステムでは、事前に膨大なデータを収集して、データベースを事前に構築しておく必要がある。そして、このようなデータベースの構築には、熟練の生産者又は専門家の知識が必要となるので、時間及びコストがかかってしまう。また、特許文献２に開示されたシステムでも、同様のデータベースが必要になると考えられるので、同様の問題が生じている。

[0007] 本発明の目的の一例は、上記問題を解消し、専門的な知識を必要とすることなく、対象となる圃場での栽培に適した農作物の選定を可能にし得る、栽培作物選定支援装置、栽培作物選定支援方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するため、本発明の一側面における栽培作物選定支援装置は、

特定の圃場に関する情報を収集する、情報収集部と、

サンプルとなる圃場に関する情報と前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、予測モデルに、前記情報収集部によって収集された前記情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、前記特定の圃場において栽培した場合の実績の予測値を算出する、予測値算出部と、

１又は２以上の農作物について算出された前記予測値に基づいて、前記特

定の圃場において栽培に適した農作物を選出する、農作物選出部と、

を備えている、

ことを特徴とする。

[0009] また、上記目的を達成するため、本発明の一側面における栽培作物選定支援方法は、

（ａ）特定の圃場に関する情報を収集する、ステップと、

（ｂ）サンプルとなる圃場に関する情報と前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、予測モデルに、前記情報収集部によって収集された前記情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、前記特定の圃場において栽培した場合の実績の予測値を算出する、ステップと、

（ｃ）１又は２以上の農作物について算出された前記予測値に基づいて、前記特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する、ステップと、

を有する、

ことを特徴とする。

[0010] 更に、上記目的を達成するため、本発明の一側面におけるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、

コンピュータに、

（ａ）特定の圃場に関する情報を収集する、ステップと、

（ｂ）サンプルとなる圃場に関する情報と前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、予測モデルに、前記情報収集部によって収集された前記情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、前記特定の圃場において栽培した場合の実績の予測値を算出する、ステップと、

（ｃ）１又は２以上の農作物について算出された前記予測値に基づいて、前記特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する、ステップと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録している、

ことを特徴とする。

発明の効果

[0011] 以上のように、本発明によれば、専門的な知識を必要とすることなく、対象となる圃場での栽培に適した農作物の選定を可能にすることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１は、本発明の実施の形態１における栽培作物選定支援装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図２は、本発明の実施の形態における栽培作物選定支援装置の具体的構成を示すブロック図である。

[図3]図３（ａ）は、本発明の実施の形態１において、予測モデルの作成に用いられた目的変数及び説明変数の一例を示す図であり、図３（ｂ）は、本発明の実施の形態１において作成される予測モデルの一例を示す図である。

[図4]図４は、本発明の実施の形態１における栽培作物選定支援装置の予測モデル作成時の動作を示すフロー図である。

[図5]図５は、本発明の実施の形態１における栽培作物選定支援装置の栽培作物の選出時の動作を示すフロー図である。

[図6]図６は、本発明の実施の形態２における栽培作物選定支援装置の概略構成を示すブロック図である。

[図7]図７は、本発明の実施の形態２における栽培作物選定支援装置のアドバイス作成時の動作を示すフロー図である。

[図8]図８は、本発明の実施の形態１及び２における栽培作物選定支援装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0013] （実施の形態１）

以下、本発明の実施の形態１における、栽培作物選定支援装置、栽培作物選定支援方法、及びプログラムについて、図１～図５を参照しながら説明する。

[0014] ［装置構成］

最初に、本実施の形態１における栽培作物選定支援装置の概略構成につい

て説明する。図１は、本発明の実施の形態１における栽培作物選定支援装置の概略構成を示すブロック図である。

[0015] 図１に示す、本実施の形態における、栽培作物選定支援装置１０は、農業事業者であるユーザが、特定の圃場において栽培する農作物を選定する際において、その選定を支援するための装置である。図１に示すように、栽培作物選定支援装置１０は、情報収集部１１と、予測値算出部１２と、農作物選出部１３とを備えている。

[0016] 情報収集部１１は、特定の圃場に関する情報を収集する。予測値算出部１２は、予測モデル１４に、情報収集部１１によって収集された情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、特定の圃場において栽培した場合の実績の予測値を算出する。また、予測モデルは、サンプルとなる圃場に関する情報とサンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、モデルである。農作物選出部１３は、１又は２以上の農作物について算出された予測値に基づいて、特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する。

[0017] このように、本実施の形態１では、予測モデル１４に、圃場に関する情報を適用するだけで、その圃場で農作物を栽培した場合の予測値が得られ、更に、栽培に適した農作物も選出される。このため、本実施の形態１によれば、ユーザは、専門的な知識を有していなくても、圃場での栽培に適した農作物を選定することができる。

[0018] 続いて、図２を用いて、本実施の形態１における栽培作物選定支援装置の具体的構成について説明する。図２は、本発明の実施の形態における栽培作物選定支援装置の具体的構成を示すブロック図である。

[0019] 図２に示すように、本実施の形態１における栽培作物選定支援装置１０は、上述した、情報収集部１１、予測値算出部１２、及び農作物選出部１３に加えて、予測モデル作成部１５を備えている。予測モデル作成部１５は、サンプルとなる圃場に関する情報を説明変数とし、サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報を目的変数として、機械学習を実行するこ

とによって、予測モデル１４を作成する。

[0020] ここで、目的変数となる「農作物の実績に関する情報」としては、例えば、収量、品質、売り上げ（利益）等が挙げられる。品質としては、ｐＨ、色、粘度、糖度（Ｂｒｉｘ）、リコピン含量、ポリフェノール含量、官能試験結果等が挙げられる。また、品質の値は、平均値、最大値、及び最小値のいずれであっても良い。

[0021] また、情報収集部１１によって収集される「圃場に関する情報」及び説明変数となる「圃場に関する情報」としては、栽培された農作物の品種、圃場の土壌の特性に関する情報、及び圃場の環境に関する情報を含む情報が挙げられる。

[0022] 「圃場の土壌の特性に関する情報」としては、土壌物理性、土壌化学性、土壌生物性、圃場の位置座標（緯度及び経度）等が挙げられる。より詳細には、土壌物理性としては、特定の成分（粘土、シルト、砂等）の含有率、単位容積重量、飽和透水係数、水分保持曲線等が挙げられる。土壌化学性としては、ｐＨ、特定の元素の含有率、陽イオン交換容量、電気伝導度等が挙げられる。土壌生物性としては、土壌生物叢（土壌中に存在する生物種および量）等が挙げられる。

[0023] また、「圃場の環境に関する情報」としては、気象情報、営農情報等が挙げられる。より詳細には、気象情報としては、単位時間毎の、気温、湿度、日射量、風速、風向、降雨量等が挙げられる。営農情報としては、所定期間毎の、灌漑量、施肥量、薬剤散布量、耕起回数、除草回数等が挙げられる。

[0024] 予測モデル作成部１５は、上述した説明変数と目的変数とに対して、線形回帰（重回帰、Ridge回帰、lasso、fusedlasso、主成分回帰、partial least square回帰等）、又は非線形回帰（決定木、ガウス過程、ニューラルネットワーク等）を用いて、機械学習を行うことができる。予測モデルの学習に用いる手法は、事前に規定されていても良いし、複数の手法の中から自動で採用されても良い。後者の場合は、予測モデル作成部１５は、上述した説明変数と目的変数とに対して、複数の手法を適用し、事前に規定しておいた指標

（予測誤差、計算時間等）が最も良い値を示した手法を採用する。以下に予測モデル１４の具体例について説明する。

[0025] 例えば、注目する指標（収量、糖度、売り上げ等）を目的変数ｙとし、説明変数ベクトルをxとすると、予測モデル作成部１５は、品種１、品種２、・・・品種ｎのそれぞれ毎に、下記の数１に示される予測モデルを作成する。

[0026] （数１）

$y = f_1(x)$：品種１の予測モデル

$y = f_2(x)$：品種２の予測モデル

・・・

$y = f_n(x)$：品種ｎの予測モデル

[0027] この場合、予測値算出部１２は、情報収集部１１が収集した、特定の圃場における、例えば、砂の含有率、ｐＨ、窒素含有率、平均気温等を説明変数ベクトルｘとして、各予測モデルに入力し、品種毎に、予測値ｙを算出する。そして、農作物選出部１３は、予測値ｙが最も高い品種を、栽培に適した農作物として選出する。

[0028] また、着目する指標が、例えば２つである場合は、目的変数をy_1及びy_2とし、説明変数ベクトルをｘとする。この場合、予測モデル作成部１５は、品種１、品種２、・・・品種ｎそれぞれ毎に、目的変数y_1について下記の数２に示す予測モデルを作成し、目的変数y_2について下記の数３に示す予測モデルを作成する。

[0029] （数２）

$y_1 = f_{11}(x)$：品種１のy_1の予測モデル

$y_1 = f_{12}(x)$：品種２のy_1の予測モデル

・・・

$y_1 = f_{1n}(x)$：品種nのy_1の予測モデル

[0030] （数３）

$y_2 = f_{21}(x)$：品種１のy_2の予測モデル

$y_2 = f_{22}(x)$：品種２のy_2の予測モデル

…

$y_2 = f_{2n}(x)$：品種ｎのy_2の予測モデル

[0031] この場合、予測値算出部１２は、情報収集部１１が収集した、特定の圃場における、砂の含有率、ｐＨ、窒素含有率、平均気温等を説明変数ベクトルｘとして、各予測モデルに入力し、品種毎に、予測値y_1及びy_2を算出する。

[0032] また、着目する指標が、例えば２つである場合は以下の数４又は数５で示される関数が定義される。従って、農作物選出部１３は、下記の数４又は数５の関数を用いて、ｙの値を算出し、ｙの値が最も高い品種を、栽培に適した農作物として選出する。なお、数４又は数５のどちらかを利用するかは目的変数に応じてシステム管理者やユーザが任意に設定できる。また、数４に示す関数において、重みw_1及びw_2は、目的変数の重要性に応じてシステム管理者やユーザが任意に設定できる。

[0033]（数４）

$$y = g(y_1, y_2) = w_1 y_1 + w_2 y_2$$

[0034]（数５）

$$y = g(y_1, y_2) = y_1 y_2$$

[0035] ここで、図３を用いて、予測モデル及びそれを用いた農作物の選出の具体例について説明する。図３（ａ）は、本発明の実施の形態１において、予測モデルの作成に用いられた目的変数及び説明変数の一例を示す図であり、図３（ｂ）は、本発明の実施の形態１において作成される予測モデルの一例を示す図である。

[0036] 図３（ａ）に示すように、本実施の形態１では、各圃場における収量及び農作物の糖度（例えば平均値）が、目的変数として用いられている。また、圃場毎の、栽培された農作物の品種、砂の含有率、ｐＨ、窒素含有率、平均気温等が説明変数として用いられている。

[0037] そして、図３（ａ）に示した目的変数と説明変数とが用いられると、図３（ｂ）に示すように、予測モデル作成部１５は、品種１及び品種２それぞれ

について、収量を予測するための予測モデルと、糖度を予測するための予測モデルとを作成することができる。

[0038] この場合、予測値算出部１２は、図３（ｂ）に示す予測モデル１４に、情報収集部１１が収集した、特定の圃場における、砂の含有率、ｐＨ、窒素含有率、平均気温等を入力し、品種１及び品種２それぞれについて、収量及び糖度の予測値を算出する。

[0039] また、農作物選出部１３は、上記数式の数５を用いて、品種毎に、収量と糖度との積を算出する。そして、農作物選出部１３は、算出された積の値が高い品種を、特定の圃場において栽培に適した農作物として選出する。

[0040] 例えば、品種１において、収量y_1＝１０５ｔ／ｈａ、糖度y_2＝５．７％であり、品種２において、収量y_1＝１００ｔ／ｈａ、糖度y_2＝６．２％であるとする。この場合、品種１の予測値ｙが５．９６、品種２の予測値ｙが６．２０であるので、農作物選出部１３は、品種２を、栽培に適した農作物として選出する。

[0041] ［装置動作］

次に、本実施の形態１における栽培作物選定支援装置１０の動作について、図４及び図５を用いて説明する。以下の説明においては、適宜図１～図３を参照する。また、本実施の形態１では、栽培作物選定支援装置１０を動作させることによって、栽培作物選定支援方法が実施される。よって、本実施の形態１における栽培作物選定支援方法の説明は、以下の栽培作物選定支援装置１０の動作説明に代える。

[0042] まず、図４を用いて、本実施の形態１における栽培作物選定支援装置１０における予測モデルの作成処理について説明する。図４は、本発明の実施の形態１における栽培作物選定支援装置の予測モデル作成時の動作を示すフロー図である。

[0043] 図４に示すように、最初に、情報収集部１１は、説明変数となる圃場に関する情報と、目的変数となる農作物の実績に関する情報とを収集する（ステップＡ１）。

[0044] 具体的には、情報収集部１１は、インターネット等のネットワークを介して、外部のデータベース、又はユーザ等の端末装置から、これらの情報を収集する。また、情報収集部１１は、圃場に設置されたセンサから取得可能な情報、例えば、気象情報については、これらのセンサから収集しても良い。

[0045] また、ステップＡ１において収集される、圃場に関する情報（説明変数）は、後述の図５に示す処理が過去に実施された際に収集された情報であっても良い。また、この場合、ステップＡ１において収集される、圃場で生産された農作物の実績に関する情報（目的変数）は、上述の実施が行われた年度の実績から得られた情報であるのが良い。

[0046] 次に、予測モデル作成部１５は、ステップＡ１で取得した情報を用いて、機械学習を実行することによって予測モデル１４を作成する（ステップＡ２）。

[0047] 具体的には、図３に示したように、予測モデル作成部１５は、ユーザが着目する指標及び品種に応じて、１又は２以上の予測モデル１４を作成する。このようにして作成された予測モデル１４は、次に示す栽培作物の選出処理に使用される。

[0048] 続いて、図５を用いて、本実施の形態１における栽培作物選定支援装置１０における栽培作物の選出処理について説明する。図５は、本発明の実施の形態１における栽培作物選定支援装置の栽培作物の選出時の動作を示すフロー図である。

[0049] 図５に示すように、最初に、情報収集部１１は、ユーザによって指定された特定の圃場に関する情報を収集する（ステップＢ１）。

[0050] 具体的には、ユーザが、自身の端末装置を介して、圃場を特定するような情報を入力すると、情報収集部１１は、その圃場に関連する情報を、インターネット等のネットワークを介して、外部のデータベース、又はユーザ等の端末装置、又は圃場に設置されたセンサ等から収集する。

[0051] このとき、情報収集部１１は、作物選定時点では確定していない情報（栽培期間における気象情報、営農情報等）については、平年値、過去実績平均

値などの情報を収集し、収集した情報を説明変数とする。また、情報収集部１１は、予報値（気象予測等）、計画値（営農計画等）が利用できる場合には、それらを説明変数として利用することもできる。

[0052] 次に、予測値算出部１２は、ステップＢ１で収集された情報を、図４に示したステップＡ２で作成された予測モデル１４に入力して、ユーザが着目する指標及び品種について、予測値を算出する（ステップＢ２）。

[0053] 次に、農作物選出部１３は、ステップＢ２で算出された予測値に基づいて、特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する（ステップＢ３）。また、ステップＢ３が実行されると、栽培作物選定支援装置１０は、選出された農作物を特定する情報（以下「栽培作物情報」と表記する。）を、ユーザの端末装置に送信する。これにより、ユーザは、指定した圃場での栽培に適した農作物を知ることができる。

[0054] ［実施の形態１における効果］

以上のように本実施の形態１では、ユーザは、圃場に関する情報を用意するだけで、この圃場での栽培に適した農作物を知ることができる。つまり、本実施の形態１によれば、ユーザは、専門的な知識を有していなくても、圃場での栽培に適した農作物を選定することができる。

[0055] ［変形例］

続いて、本実施の形態における変形例について説明する。本変形例では、情報収集部１１によって収集される「圃場に関する情報」及び説明変数となる「圃場に関する情報」に、圃場において測定された土壌光学反射スペクトルデータが含まれている。具体的には、圃場の土壌の特性に関する情報として、土壌光学反射スペクトルデータを用いることができる。

[0056] 土壌光学反射スペクトルデータは、様々な波長の光を圃場の地表面にあてたときの反射率を測定することによって得られたデータである。土壌光学反射スペクトルデータとしては、例えば、マルチスペクトルセンサデータ、マルチスペクトルカメラデータ、ハイパースペクトルセンサデータ、ハイパースペクトルカメラデータ等が挙げられる。

[0057] 土壌光学反射スペクトルデータの測定は、専用の測定機器、例えば、マルチスペクトルセンサ、マルチスペクトルカメラ、ハイパースペクトルセンサ、ハイパースペクトルカメラ等を用いて行われる。また、測定手法としては、作業者が、測定対象となる圃場の代表地点において、測定機器によって地表面（裸地）を直接測定する手法、ドローン、バルーン、航空機といった飛行体、又は人工衛星に測定機器を搭載し、上空から測定する方法が挙げられる。

[0058] また、測定機器で得られるデータは、地表面のみからしか得られないため、測定の際は、予め、耕耘機などで土壌を耕起及び攪拌して、地表から作土層までを、ある程度均質化しておくのが良い。

[0059] また、測定機器として、マルチスペクトルセンサ、又はハイパースペクトルセンサを利用する場合は、測定範囲が狭いため、圃場内に複数の代表点を設定し、点毎に測定が行われるのが良い。一方、測定機器として、マルチスペクトルカメラ、又はハイパースペクトルカメラを利用する場合は、測定範囲は広くなるため、高高度から、測定対象となる圃場全体が画角に収まるようにして、測定が行われても良いし、圃場全体を複数の画像に分けて撮影し、これらをモザイク上につなぎ合わせすることで、測定が行われても良い。

[0060] 土壌光学反射スペクトルデータは、上述した、土壌物理性、土壌化学性、及び土壌生物性の代わりとして用いられても良いし、これとの組み合わせて用いられても良い。土壌光学反射スペクトルデータの取得は、土壌物理性、土壌化学性、及び土壌生物性の取得に比べて容易であるため、前者の場合は、栽培作物選定支援装置１０の運用にかかる費用を削減できる。一方、後者の場合は、選定精度の向上が図られる。

[0061] ［プログラム］

本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータに、図４に示すステップＡ１及びＡ２、図５に示すステップＢ１～Ｂ３を実行させるプログラムであれば良い。このプログラムをコンピュータにインストールし、実行することによって、本実施の形態１における栽培作物選定支援装置１０と栽培作物

選定支援方法とを実現することができる。この場合、コンピュータのプロセッサは、情報収集部１１、予測値算出部１２、農作物選出部１３、及び予測モデル作成部１５として機能し、処理を行なう。

[0062] また、本実施の形態１におけるプログラムは、複数のコンピュータによって構築されたコンピュータシステムによって実行されても良い。この場合は、例えば、各コンピュータが、それぞれ、情報収集部１１、予測値算出部１２、農作物選出部１３、及び予測モデル作成部１５のいずれかとして機能しても良い。

[0063] （実施の形態２）

次に、本発明の実施の形態２における、栽培作物選定支援装置、栽培作物選定支援方法、及びプログラムについて、図６及び図７を参照しながら説明する。

[0064] ［装置構成］

最初に、本実施の形態２における栽培作物選定支援装置の構成について説明する。図６は、本発明の実施の形態２における栽培作物選定支援装置の概略構成を示すブロック図である。

[0065] 図２に示すように、本実施の形態２における栽培作物選定支援装置２０は、図１及び図２に示した実施の形態１における栽培作物選定支援装置と同様の構成に加え、更に、アドバイス作成部１６を備えている。つまり、栽培作物選定支援装置２０は、情報収集部１１と、予測値算出部１２と、農作物選出部１３と、予測モデル作成部１５と、アドバイス作成部１６とを備えている。

[0066] このうち、情報収集部１１、予測値算出部１２、農作物選出部１３、及び予測モデル作成部１５は、本実施の形態２においても、実施の形態１と同様に機能する。また、本実施の形態２においても、情報収集部１１によって収集される「圃場に関する情報」及び説明変数となる「圃場に関する情報」は、圃場の土壌の特性に関する情報を含んでいる。

[0067] アドバイス作成部１６は、予測モデル１４において、説明変数に設定され

ている重み、又は説明変数を変化させたときの目的変数の変化量に基づいて、特定の圃場の土壌の改良についてのアドバイスを作成する。

[0068] ここで、アドバイス作成部１６の機能についてより詳細に説明する。まず、予測モデル１４が、線形回帰によって作成された線形モデルである場合について説明する。

[0069] 例えば、注目する指標を目的変数ｙとし、土壌特性に関連する説明変数のベクトルをx_{soil}、それ以外の説明変数のベクトルをx_{other}とする。この場合、予測モデル作成部１５によって作成さえる予測モデルは、下記の数６に示す通りとなる。なお、ｃｏｎｓｔａｎｔは定数項をまとめて表現した項である。

[0070] （数６）

$y = f_1(x_{soil}, x_{other}) + constant$：品種１の予測モデル

$y = f_2(x_{soil}, x_{other}) + constant$：品種２の予測モデル

・・・

$y = f_n(x_{soil}, x_{other}) + constant$：品種ｎの予測モデル

[0071] 上記数６において、品種１について考える。関数f_1は、線形モデルなので、学習データから学習した重みベクトルw_{soil}及びw_{other}を用いると、上記数６の品種１の予測モデルは、下記の数７に示すように表すことができる。

[0072] （数７）

$$y = w_{soil}^{T} \cdot x_{soil} + w_{other}^{T} \cdot x_{other} + constant$$

[0073] このため、アドバイス作成部１６は、重みベクトルw_{soil}において、重みが正の説明変数を特定し、特定した説明変数の値を大きくする土壌改良を、アドバイスとして作成する。また、アドバイス作成部１６は、作成したアドバイスを、ユーザの端末装置に送信する。

[0074] 例えば、収量を目的変数としたときに、説明変数である土壌の窒素含量数の重みが正値である場合、土壌窒素含量が増えるように窒素肥料が投入されれば、収量が増大する。従って、この場合は、アドバイス作成部１６は、窒

素肥料の投入を指示するアドバイスを作成する。一方、説明変数である土壌の窒素含量の重みが負値である場合は、アドバイス作成部１６は、これ以上窒素肥料を投入しないように指示するアドバイスを作成する。

[0075] また、アドバイス作成部１６は、各土壌特性x_{soil}に対し、実行可能範囲（上限及び下限）を設定し、線形最適化を施すことで、目的変数ｙを最大化するために必要な土壌特性を一括で求めることもできる。

[0076] 更に、アドバイス作成部１６は、上述したアドバイスの作成を品種毎に実施し、土壌改良による潜在的なｙの最大値を予測することができる。この場合、与えられた条件ｘにおいて最適だった品種と、アドバイスに基づいて土壌改良を実施したときに最適となる品種とが異なることも考えられる。このため、アドバイス作成部１６は、この場合、土壌改良を実施しない場合の最適品種と、土壌改良を実施した場合の最適品種及び必要となる土壌特性値と、の２パターンを、ユーザに提示しても良い。ユーザは、２パターンがあることを知ることができ、いずれかを選択できる。

[0077] 加えて、本実施の形態２では、予測モデル作成部１５は、情報収集部１１から、施肥などの土壌特性が変化する営農前の土壌分析結果x_{before}と、その後の営農内容$x_{activity}$と、営農実施後の土壌分析結果x_{soil}とを収集することができる。そして、予測モデル作成部１５は、この場合、当該営農が土壌特性に与える影響をモデル化することができる。線形回帰によるモデル化を実施した場合、得られるモデルは、下記の数８に示すとおりである。

[0078] （数８）

$$x_{soil} = w_{before}^{T} \cdot x_{before} + w_{activity}^{T} \cdot x_{activity} + constant$$

[0079] この場合、アドバイス作成部１６は、数８に示すモデルを用いることで、必要な土壌特性値を実現するために必要となる営農を導出することが可能となる。また、数８を数７に代入した結果は、下記の数９に示すとおりである。

[0080] （数９）

$$y = w_{soil}^{T} \cdot x_{soil} + w_{other}^{T} \cdot x_{other} + constant$$

$$= w_{soil}^{T} \cdot (w_{before}^{T} \cdot x_{before} + w_{activity}^{T} \cdot x_{activity} + w_{other}^{T} \cdot x_{other} + constant$$

[0081] 上記数９に示すモデルを用いる場合、アドバイス作成部１６は、線形最適化を適用して、効率よくｙが最大となる営農内容$x_{activity}$を探索し、得られた営農内容をユーザに提示することができる。

[0082] また、本実施の形態２においても、圃場の土壌の特性に関する情報として、土壌光学反射スペクトルデータを用いることができる。ここで、土壌光学反射スペクトルを、$x_{spectrum}$とすると、着目する指標である目的変数ｙの予測モデルは、線形回帰によりモデル化した場合、下記の数１０に示すとおりとなる。

[0083] （数１０）

$$y = w_{spectrum}^{T} \cdot x_{spectrum} + w_{other}^{T} \cdot x_{other} + constant$$

[0084] この場合、予測モデル作成部１５は、土壌特性に関連する説明変数のベクトル（土壌特性データ）x_{soil}から、土壌光学反射スペクトルデータ$x_{spectrum}$を予測するためのモデルを作成することができる。線形回帰によりモデル化した場合、このモデルは、下記の数１１に示すとおりとなる。

[0085] （数１１）

$$x_{spectrum} = w_{soil}^{T} \cdot x_{soil} + constant$$

[0086] よって、上記数１０は、下記の数１２のように表すことができる。

[0087] （数１２）

$$y = w_{spectrum}^{T} \cdot (w_{soil}^{T} \cdot x_{soil}) + w_{other}^{T} \cdot x_{other} + constant$$

$$= w_{spectrum}^{T} \cdot (w_{soil}^{T} \cdot (w_{before}^{T} \cdot x_{before} + w_{activity}^{T} \cdot x_{activity})) + w_{other}^{T} \cdot x_{other} + constant$$

[0088] 従って、アドバイス作成部１６は、上記数１２を用いて、線形最適化を適用して、効率よくｙが最大となる営農内容$x_{activity}$を探索し、得られた営

農内容をユーザに提示することができる。

[0089] 続いて、予測モデル１４が、ニューラルネットワーク等による非線形回帰によって作成されている場合について説明する。非線形回帰において、説明変数の変動がどのように目的変数に影響するのかを、解析的に求めることは一般に困難である。

[0090] このため、アドバイス作成部１６は、土壌特性に関する説明変数ベクトルx_{soil}を種々の値に設定し、それらの入力についての出力（目的変数の予測値）を記録する、試行を、繰り返し実行する。そして、アドバイス作成部１６は、記録から、それまでの試行で出力が最大となった場合の説明変数ベクトルx_{soil}を特定し、特定した説明変数ベクトルx_{soil}を最適値とすることができる。

[0091] このとき、より効率的に最適値を探索するために、予測モデルの勾配が計算可能な場合には、最急降下法等の勾配法、ニュートン法等の勾配法が適用できる。予測モデルの関数の形状がわからない（ブラックボックスである）場合でも、Particle Swarm OptimizationやBayesian Optimization等の最適化手法を適用することができる。

[0092] また、目的変数ｙが最大となる営農内容$x_{activity}$を求めたい場合も、アドバイス作成部１６は、線形モデルを用いたときと同様に、$x_{activity}$とｙとの関係をモデル化し、上記と同様に試行を繰り返すことで、$x_{activity}$の最適値を求めることができる。

[0093] ［装置動作］

次に、本実施の形態２における栽培作物選定支援装置２０の動作について、図７を用いて説明する。図７は、本発明の実施の形態２における栽培作物選定支援装置のアドバイス作成時の動作を示すフロー図である。以下の説明においては、適宜図６を参照する。また、本実施の形態２では、栽培作物選定支援装置２０を動作させることによって、栽培作物選定支援方法が実施される。よって、本実施の形態２における栽培作物選定支援方法の説明は、以下の栽培作物選定支援装置２０の動作説明に代える。

[0094] また、本実施の形態２においても、図４に示すステップＡ１及びＡ２が実行されて、予測モデルが生成され、図５に示すステップＢ１～Ｂ３が実行されて、栽培作物が選出される。

[0095] 図７に示すように、最初に、アドバイス作成部１６は、ユーザからの品種の指定を受け付ける（ステップＣ１）。具体的には、ユーザは、端末装置を介して、アドバイスを求める品種を指定する。

[0096] 次に、アドバイス作成部１６は、ステップＣ１で指定された品種についての土壌改良のアドバイスを作成するために、ステップＣ１で指定された品種の予測モデル１４を取得する（ステップＣ２）。

[0097] 次に、アドバイス作成部１６は、取得した予測モデル１４を用いて、アドバイスを作成する（ステップＣ３）。具体的には、予測モデル１４が線形モデルの場合は、上記数７を用いて重みの値が正及び負のいずれであるかを判定し、判定結果に応じて、アドバイスを作成する。

[0098] その後、アドバイス作成部１６は、作成したアドバイスをユーザの端末装置に送信し、端末装置を介して、ユーザにアドバイスを提示する（ステップＣ４）。

[0099] ［実施の形態２における効果］

以上のように本実施の形態２によれば、ユーザに対して、圃場の土壌改良についてのアドバイスを提示できるので、ユーザは、土壌改良を前提として、栽培作物を選定することもできる。また、本実施の形態２においても、実施の形態１と同様の効果を得ることができる。

[0100] ［プログラム］

本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータに、図４に示すステップＡ１及びＡ２、図５に示すステップＢ１～Ｂ３、更には、図７に示すステップＣ１～Ｃ４を実行させるプログラムであれば良い。このプログラムをコンピュータにインストールし、実行することによって、本実施の形態１における栽培作物選定支援装置２０と栽培作物選定支援方法とを実現することができる。この場合、コンピュータのプロセッサは、情報収集部１１、予測値

算出部１２、農作物選出部１３、予測モデル作成部１５、及びアドバイス作成部１６として機能し、処理を行なう。

[0101] また、本実施の形態２におけるプログラムは、複数のコンピュータによって構築されたコンピュータシステムによって実行されても良い。この場合は、例えば、各コンピュータが、それぞれ、情報収集部１１、予測値算出部１２、農作物選出部１３、予測モデル作成部１５、及びアドバイス作成部１６のいずれかとして機能しても良い。

[0102] （物理構成）

ここで、実施の形態１及び２におけるプログラムを実行することによって、栽培作物選定支援装置を実現するコンピュータについて図８を用いて説明する。図８は、本発明の実施の形態１及び２における栽培作物選定支援装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

[0103] 図８に示すように、コンピュータ１１０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１１１と、メインメモリ１１２と、記憶装置１１３と、入力インターフェイス１１４と、表示コントローラ１１５と、データリーダ／ライタ１１６と、通信インターフェイス１１７とを備える。これらの各部は、バス１２１を介して、互いにデータ通信可能に接続される。また、コンピュータ１１０は、ＣＰＵ１１１に加えて、又はＣＰＵ１１１に代えて、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、又はＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）を備えていても良い。

[0104] ＣＰＵ１１１は、記憶装置１１３に格納された、本実施の形態におけるプログラム（コード）をメインメモリ１１２に展開し、これらを所定順序で実行することにより、各種の演算を実施する。メインメモリ１１２は、典型的には、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）等の揮発性の記憶装置である。また、本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体１２０に格納された状態で提供される。なお、本実施の形態におけるプログラムは、通信インターフェイス１１７を介して接続されたインターネット上で流通するものであっても良い。

[0105] また、記憶装置１１３の具体例としては、ハードディスクドライブの他、フラッシュメモリ等の半導体記憶装置が挙げられる。入力インターフェイス１１４は、ＣＰＵ１１１と、キーボード及びマウスといった入力機器１１８との間のデータ伝送を仲介する。表示コントローラ１１５は、ディスプレイ装置１１９と接続され、ディスプレイ装置１１９での表示を制御する。

[0106] データリーダ／ライタ１１６は、ＣＰＵ１１１と記録媒体１２０との間のデータ伝送を仲介し、記録媒体１２０からのプログラムの読み出し、及びコンピュータ１１０における処理結果の記録媒体１２０への書き込みを実行する。通信インターフェイス１１７は、ＣＰＵ１１１と、他のコンピュータとの間のデータ伝送を仲介する。

[0107] また、記録媒体１２０の具体例としては、ＣＦ（Compact Flash（登録商標））及びＳＤ（Secure Digital）等の汎用的な半導体記憶デバイス、フレキシブルディスク（Flexible Disk）等の磁気記録媒体、又はＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disk Read Only Memory）などの光学記録媒体が挙げられる。

[0108] なお、本実施の形態１及び２における栽培作物選定支援装置は、プログラムがインストールされたコンピュータではなく、各部に対応したハードウェアを用いることによっても実現可能である。更に、栽培作物選定支援装置は、一部がプログラムで実現され、残りの部分がハードウェアで実現されていても良い。

[0109] 上述した実施の形態の一部又は全部は、以下に記載する（付記１）～（付記１５）によって表現することができるが、以下の記載に限定されるものではない。

[0110] （付記１）

特定の圃場に関する情報を収集する、情報収集部と、

サンプルとなる圃場に関する情報と前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、予測モデルに、前記情報収集部によって収集された前記情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、前記特定の圃場において

栽培した場合の実績の予測値を算出する、予測値算出部と、

１又は２以上の農作物について算出された前記予測値に基づいて、前記特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する、農作物選出部と、

を備えている、

ことを特徴とする栽培作物選定支援装置。

[0111] （付記２）

付記１に記載の栽培作物選定支援装置であって、

前記サンプルとなる圃場に関する情報を説明変数とし、前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報を目的変数として、機械学習を実行することによって、前記予測モデルを作成する、予測モデル作成部を更に備えている、

ことを特徴とする栽培作物選定支援装置。

[0112] （付記３）

付記２に記載の栽培作物選定支援装置であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報を含み、

前記予測モデルにおける前記目的変数を増加させたときの前記説明変数の変化量と、前記予測モデルにおいて前記説明変数に設定されている重みとに基づいて、前記特定の圃場の土壌の改良についてのアドバイスを作成する、アドバイス作成部を更に備えている、

ことを特徴とする栽培作物選定支援装置。

[0113] （付記４）

付記１または２に記載の栽培作物選定支援装置であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報と、前記圃場の環境に関する情報とを含む、

ことを特徴とする栽培作物選定支援装置。

[0114] （付記５）

付記１または２に記載の栽培作物選定支援装置であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場において測定された土壌光学反射スペクトルデータを含む、

ことを特徴とする栽培作物選定支援装置。

[0115] （付記６）

（ａ）特定の圃場に関する情報を収集する、ステップと、

（ｂ）サンプルとなる圃場に関する情報と前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、予測モデルに、前記（ａ）のステップによって収集された前記情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、前記特定の圃場において栽培した場合の実績の予測値を算出する、ステップと、

（ｃ）１又は２以上の農作物について算出された前記予測値に基づいて、前記特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する、ステップと、

を有する、

ことを特徴とする栽培作物選定支援方法。

[0116] （付記７）

付記６に記載の栽培作物選定支援方法であって、

（ｄ）前記サンプルとなる圃場に関する情報を説明変数とし、前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報を目的変数として、機械学習を実行することによって、前記予測モデルを作成する、ステップを更に有している、

ことを特徴とする栽培作物選定支援方法。

[0117] （付記８）

付記７に記載の栽培作物選定支援方法であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報を含み、

当該栽培作物選定支援方法が、

（ｅ）前記予測モデルにおける前記目的変数を増加させたときの前記説明変

数の変化量と、前記予測モデルにおいて前記説明変数に設定されている重みとに基づいて、前記特定の圃場の土壌の改良についてのアドバイスを作成する、ステップを更に有している、

ことを特徴とする栽培作物選定支援方法。

[0118] （付記９）

付記６または７に記載の栽培作物選定支援方法であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報と、前記圃場の環境に関する情報とを含む、

ことを特徴とする栽培作物選定支援方法。

[0119] （付記１０）

付記６または７に記載の栽培作物選定支援方法であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場において測定された土壌光学反射スペクトルデータを含む、

ことを特徴とする栽培作物選定支援方法。

[0120] （付記１１）

コンピュータに、

（ａ）特定の圃場に関する情報を収集する、ステップと、

（ｂ）サンプルとなる圃場に関する情報と前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、予測モデルに、前記（ａ）のステップによって収集された前記情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、前記特定の圃場において栽培した場合の実績の予測値を算出する、ステップと、

（ｃ）１又は２以上の農作物について算出された前記予測値に基づいて、前記特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する、ステップと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録している、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0121] （付記１２）

付記１１に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記プログラムが、前記コンピュータに、

（ｄ）前記サンプルとなる圃場に関する情報を説明変数とし、前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報を目的変数として、機械学習を実行することによって、前記予測モデルを作成する、ステップを実行させる命令を更に含む、

ことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0122]（付記１３）

付記１２に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報を含み、

前記プログラムが、前記コンピュータに、

（ｅ）前記予測モデルにおける前記目的変数を増加させたときの前記説明変数の変化量と、前記予測モデルにおいて前記説明変数に設定されている重みとに基づいて、前記特定の圃場の土壌の改良についてのアドバイスを作成する、ステップを実行させる命令を更に含む、

ことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0123]（付記１４）

付記１１または１２に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報と、前記圃場の環境に関する情報とを含む、

ことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0124]（付記１５）

付記１１または１２に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が

、当該圃場において測定された土壌光学反射スペクトルデータを含む、

ことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0125] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施の形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0126] この出願は、２０１８年３月１６日に出願された日本出願特願２０１８－５０１９８を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

産業上の利用可能性

[0127] 以上のように、本発明によれば、専門的な知識を必要とすることなく、対象となる圃場での栽培に適した農作物の選定を可能にすることができる。本発明は、農業分野において有用である。

符号の説明

[0128] １０　栽培作物選定支援装置（実施の形態１）

１１　情報収集部

１２　予測値算出部

１３　農作物選出部

１４　予測モデル

１５　予測モデル作成部

１６　アドバイス作成部

２０　栽培作物選定支援装置（実施の形態２）

１１０　コンピュータ

１１１　ＣＰＵ

１１２　メインメモリ

１１３　記憶装置

１１４　入力インターフェイス

１１５　表示コントローラ

１１６　データリーダ／ライタ

１１７　通信インターフェイス

１１８　入力機器

１１９　ディスプレイ装置

１２０　記録媒体

１２１　バス

請求の範囲

[請求項1] 特定の圃場に関する情報を収集する、情報収集部と、

サンプルとなる圃場に関する情報と前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、予測モデルに、前記情報収集部によって収集された前記情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、前記特定の圃場において栽培した場合の実績の予測値を算出する、予測値算出部と、

１又は２以上の農作物について算出された前記予測値に基づいて、前記特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する、農作物選出部と、

を備えている、

ことを特徴とする栽培作物選定支援装置。

[請求項2] 請求項１に記載の栽培作物選定支援装置であって、

前記サンプルとなる圃場に関する情報を説明変数とし、前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報を目的変数として、機械学習を実行することによって、前記予測モデルを作成する、予測モデル作成部を更に備えている、

ことを特徴とする栽培作物選定支援装置。

[請求項3] 請求項２に記載の栽培作物選定支援装置であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報を含み、

前記予測モデルにおける前記目的変数を増加させたときの前記説明変数の変化量と、前記予測モデルにおいて前記説明変数に設定されている重みとに基づいて、前記特定の圃場の土壌の改良についてのアドバイスを作成する、アドバイス作成部を更に備えている、

ことを特徴とする栽培作物選定支援装置。

[請求項4] 請求項１または２に記載の栽培作物選定支援装置であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報と、前記圃場の環境に関する情報とを含む、

ことを特徴とする栽培作物選定支援装置。

[請求項5] 請求項１または２に記載の栽培作物選定支援装置であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場において測定された土壌光学反射スペクトルデータを含む、

ことを特徴とする栽培作物選定支援装置。

[請求項6] （ａ）特定の圃場に関する情報を収集する、ステップと、

（ｂ）サンプルとなる圃場に関する情報と前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、予測モデルに、前記（ａ）のステップによって収集された前記情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、前記特定の圃場において栽培した場合の実績の予測値を算出する、ステップと、

（ｃ）１又は２以上の農作物について算出された前記予測値に基づいて、前記特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する、ステップと、

を有する、

ことを特徴とする栽培作物選定支援方法。

[請求項7] 請求項６に記載の栽培作物選定支援方法であって、

（ｄ）前記サンプルとなる圃場に関する情報を説明変数とし、前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報を目的変数として、機械学習を実行することによって、前記予測モデルを作成する、ステップを更に有している、

ことを特徴とする栽培作物選定支援方法。

[請求項8] 請求項７に記載の栽培作物選定支援方法であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報を含み、

当該栽培作物選定支援方法が、

（ｅ）前記予測モデルにおける前記目的変数を増加させたときの前記説明変数の変化量と、前記予測モデルにおいて前記説明変数に設定されている重みとに基づいて、前記特定の圃場の土壌の改良についてのアドバイスを作成する、ステップを更に有している、

ことを特徴とする栽培作物選定支援方法。

[請求項9] 請求項６または７に記載の栽培作物選定支援方法であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報と、前記圃場の環境に関する情報とを含む、

ことを特徴とする栽培作物選定支援方法。

[請求項10] 請求項６または７に記載の栽培作物選定支援方法であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場において測定された土壌光学反射スペクトルデータを含む、

ことを特徴とする栽培作物選定支援方法。

[請求項11] コンピュータに、

（ａ）特定の圃場に関する情報を収集する、ステップと、

（ｂ）サンプルとなる圃場に関する情報と前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報との関係を、機械学習することによって作成された、予測モデルに、前記（ａ）のステップによって収集された前記情報を、適用することによって、１又は２以上の農作物について、前記特定の圃場において栽培した場合の実績の予測値を算出する、ステップと、

（ｃ）１又は２以上の農作物について算出された前記予測値に基づいて、前記特定の圃場において栽培に適した農作物を選出する、ステッ

プと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録している、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項12] 請求項１１に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記プログラムが、前記コンピュータに、

（ｄ）前記サンプルとなる圃場に関する情報を説明変数とし、前記サンプルとなる圃場で生産された農作物の実績に関する情報を目的変数として、機械学習を実行することによって、前記予測モデルを作成する、ステップを実行させる命令を更に含む、

ことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項13] 請求項１２に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報を含み、

前記プログラムが、前記コンピュータに、

（ｅ）前記予測モデルにおける前記目的変数を増加させたときの前記説明変数の変化量と、前記予測モデルにおいて前記説明変数に設定されている重みとに基づいて、前記特定の圃場の土壌の改良についてのアドバイスを作成する、ステップを実行させる命令を更に含む、

ことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項14] 請求項１１または１２に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する情報が、当該圃場の土壌の特性に関する情報と、前記圃場の環境に関する情報とを含む、

ことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

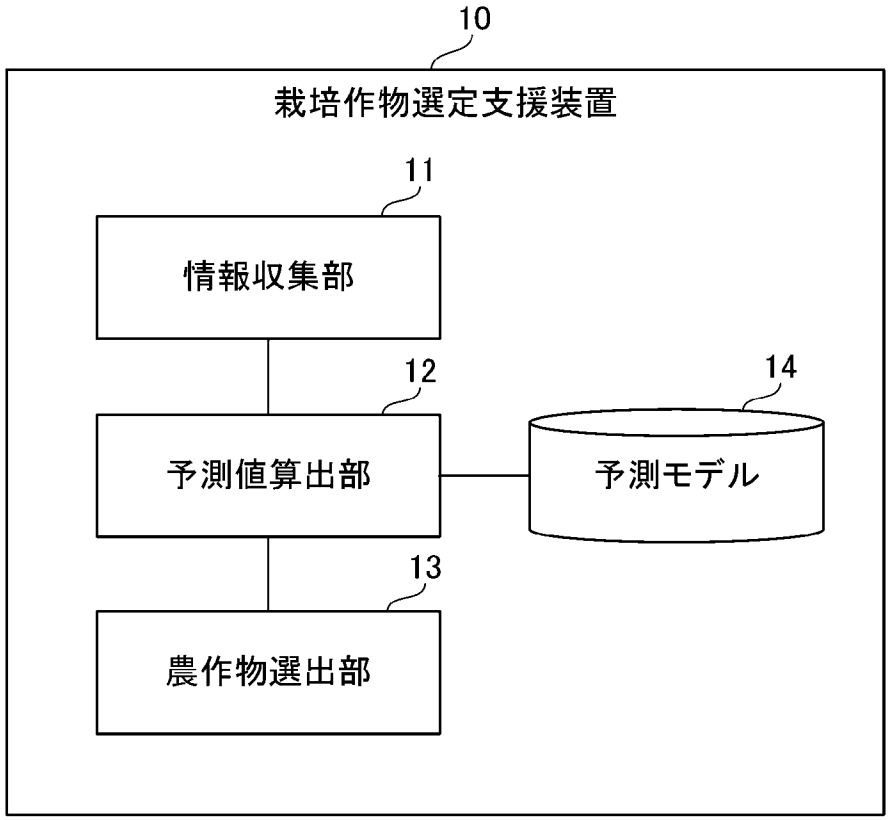
[請求項15] 請求項１１または１２に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記特定の圃場に関する情報及び前記サンプルとなる圃場に関する

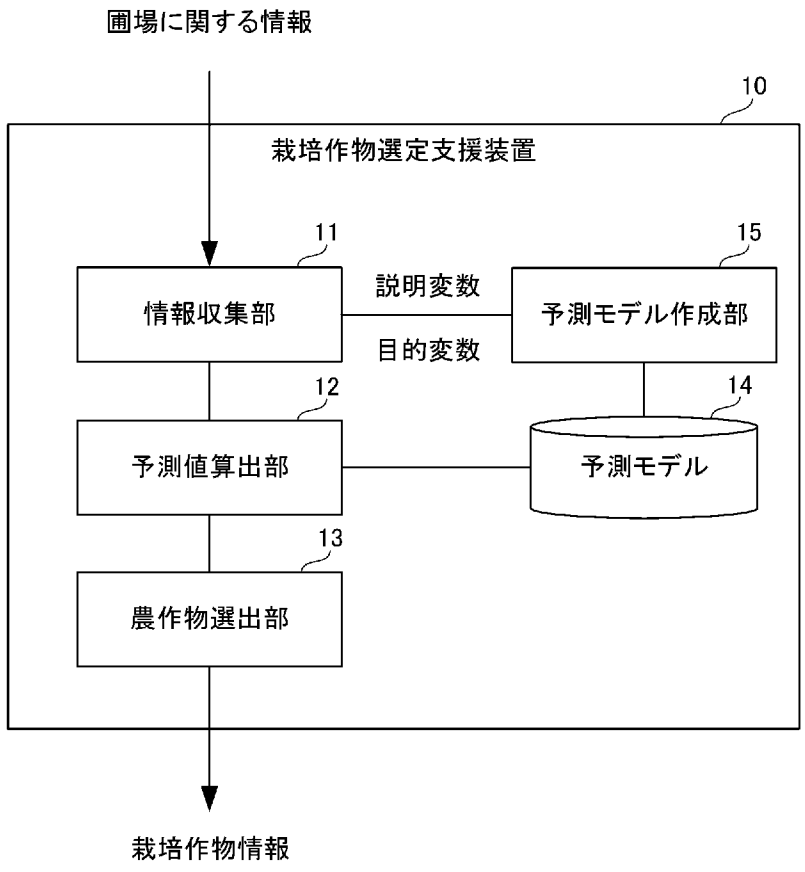
情報が、当該圃場において測定された土壌光学反射スペクトルデータを含む、

ことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[図1]


10
栽培作物選定支援装置
11
情報収集部
12
予測値算出部
14
予測モデル
13
農作物選出部

[図2]


圃場に関する情報
10
栽培作物選定支援装置
11
情報収集部
説明変数
目的変数
15
予測モデル作成部
12
予測値算出部
14
予測モデル
13
農作物選出部
栽培作物情報

[図3]

（ａ）

圃場	収量	糖度	品種	砂 含有率	pH	窒素 含量	平均気温	・・・
A	100 t/ha	5.0%	1	30%	5.9	10mg	22.4℃	
B	80 t/ha	6.0%	2	40%	6.1	40mg	24.5℃	
C	120 t/ha	5.5%	1	50%	5.7	20mg	19.8℃	
・・・								

（ｂ）

［収量予測モデル］

品種１：収量＝砂含有率×0.5＋窒素含量×0.9＋平均気温×0.2＋・・・

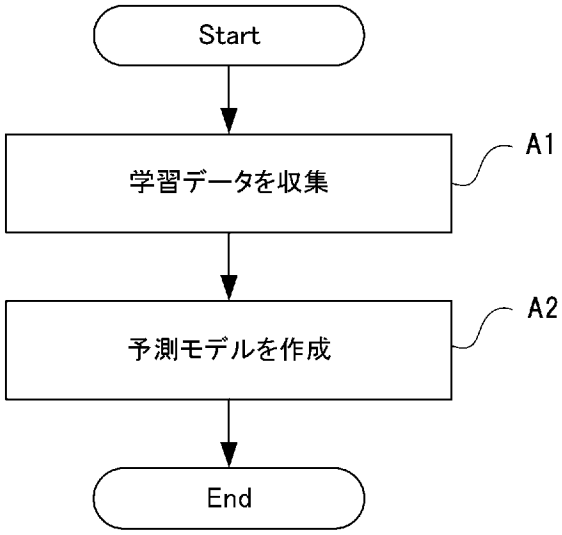
品種２：収量＝砂含有率×0.4＋窒素含量×0.7＋pH×0.3＋平均気温×0.5＋・・・

［糖度予測モデル］

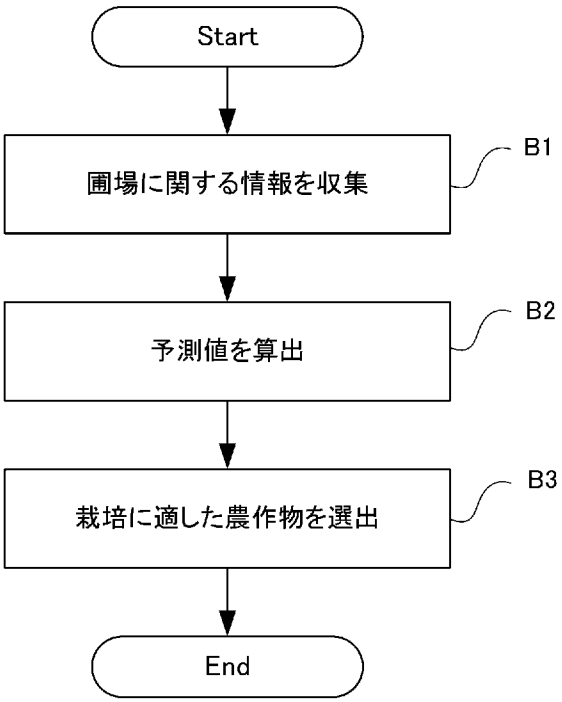
品種１：糖度＝砂含有率×0.2＋窒素含量×0.2＋pH×0.3＋平均気温×0.5＋・・・

品種２：糖度＝砂含有率×0.1＋窒素含量×0.3＋平均気温×0.6＋・・・

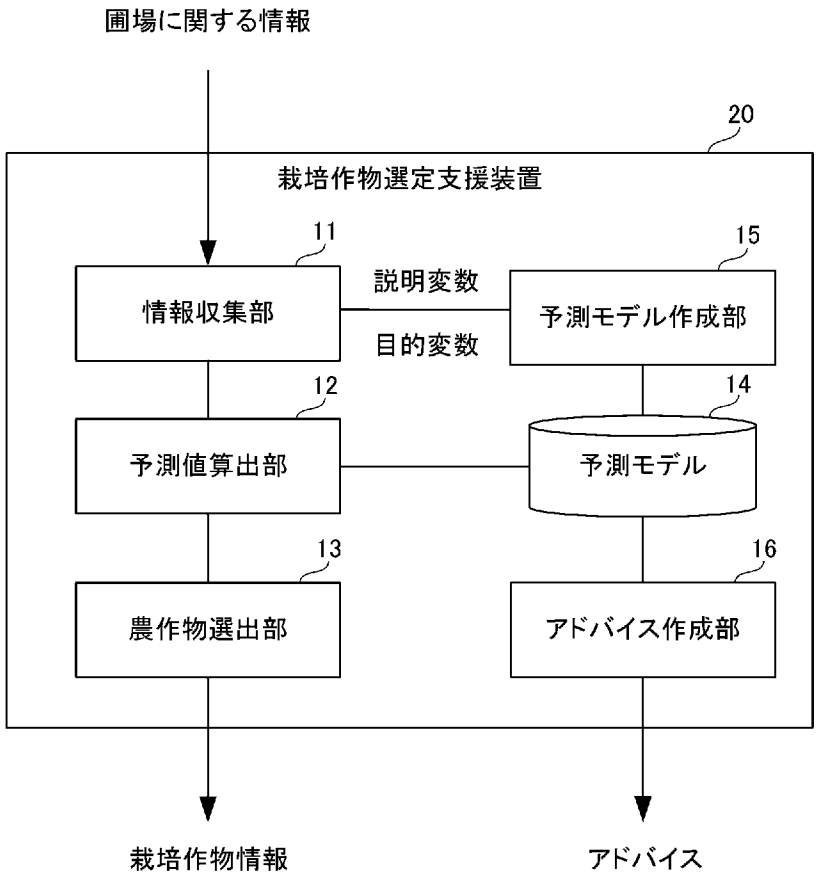
[図4]



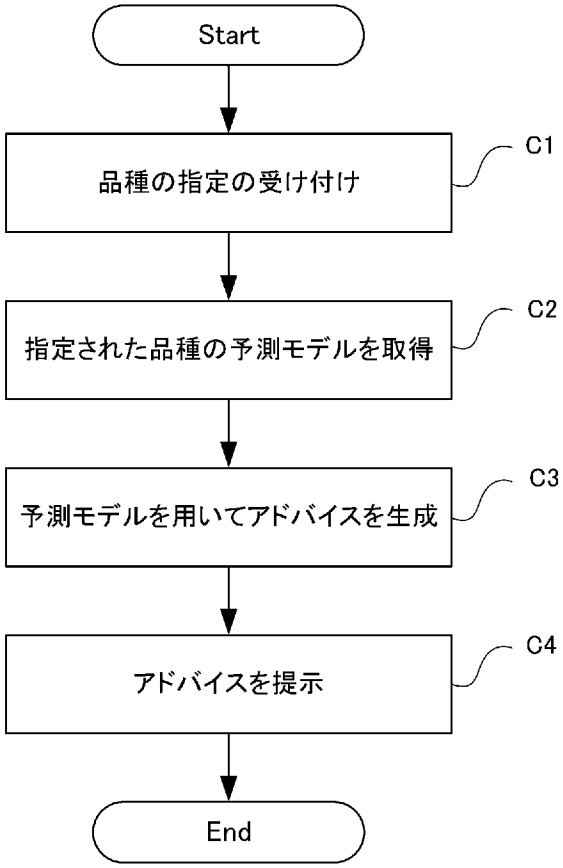
[図5]


Start
圃場に関する情報を収集
B1
予測値を算出
B2
栽培に適した農作物を選出
B3
End

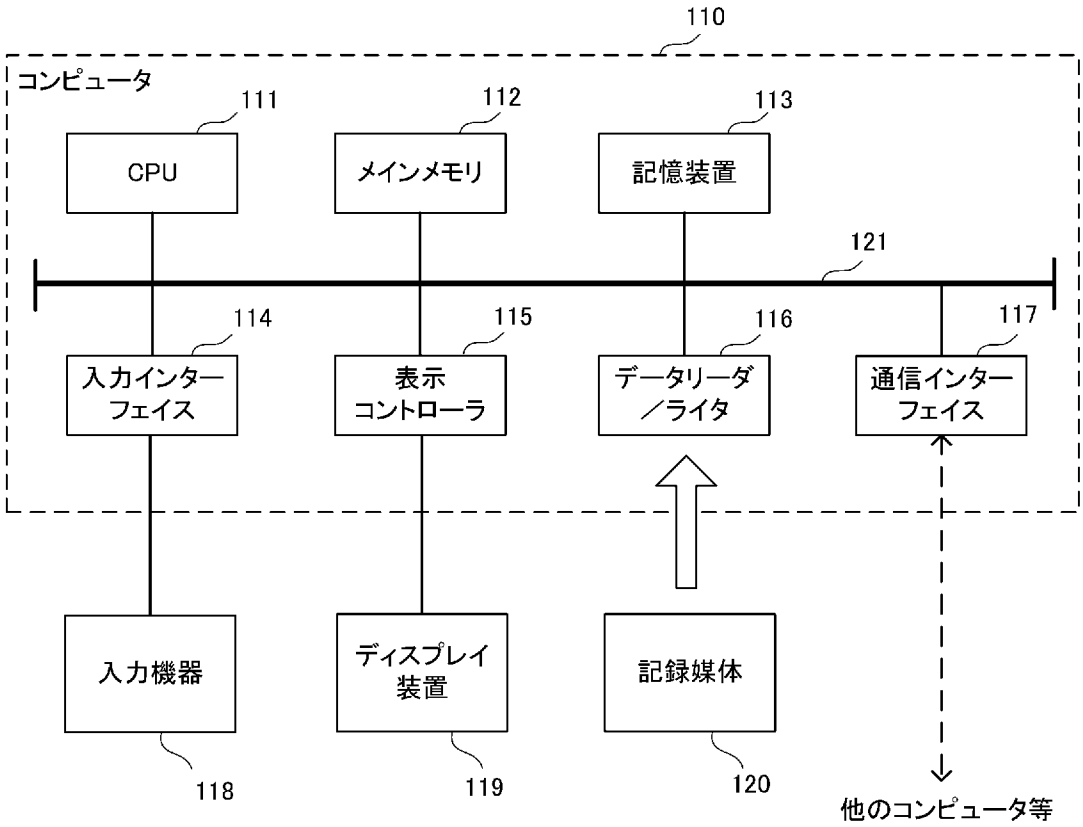
[図6]


圃場に関する情報
20
栽培作物選定支援装置
11
情報収集部
説明変数
目的変数
15
予測モデル作成部
12
予測値算出部
14
予測モデル
13
農作物選出部
16
アドバイス作成部
栽培作物情報
アドバイス

[図7]


Start
品種の指定の受け付け
C1
指定された品種の予測モデルを取得
C2
予測モデルを用いてアドバイスを生成
C3
アドバイスを提示
C4
End

[図8]


110
コンピュータ
111
CPU
112
メインメモリ
113
記憶装置
121
114
入力インターフェイス
115
表示コントローラ
116
データリーダ／ライタ
117
通信インターフェイス
入力機器
ディスプレイ装置
記録媒体
118
119
120
他のコンピュータ等

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/009789

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G06Q50/02(2012.01)i, A01G7/00(2006.01)i

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)
Int.Cl. G06Q50/02, A01G7/00

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X	US 2014/0012732 A1 (TRIMBLE NAVIGATION LIMITED) 09 January 2014, paragraphs [0178], [0188]-[0195]	1-2, 4, 6-7, 9, 11-12, 14
Y	& EP 2771860 A2	5, 10, 15
A	& CN 103930919 A	3, 8, 13
Y	JP 2011-254711 A (ZUKOSHA KK) 22 December 2011, paragraphs [0015], [0020], [0027]-[0031] (Family: none)	5, 10, 15
A		1-4, 6-9, 11-14

☒ 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 14.05.2019	Date of mailing of the international search report 21.05.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/009789

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-137819 A (FUJITSU LIMITED) 19 July 2012, entire text, all drawings & US 2013/0282423 A1 & WO 2012/086232 A1 & CN 103270531 A	1-15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００９７８９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G06Q50/02(2012.01)i, A01G7/00(2006.01)i

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））

Int.Cl.　G06Q50/02, A01G7/00

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
X Y A	US 2014/0012732 A1 (TRIMBLE NAVIGATION LIMITED) 2014.01.09, 段落[0178],[0188]-[0195] & EP 2771860 A2 & CN 103930919 A	1-2,4,6-7,9, 11-12,14 5,10,15 3,8,13
Y A	JP 2011-254711 A (株式会社ズコーシャ) 2011.12.22, 段落[0015],[0020],[0027]-[0031] (ファミリーなし)	5,10,15 1-4,6-9,11-14

☑　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矛盾するものではなく、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
１４．０５．２０１９	２１．０５．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｌ　１２０４
永野　一郎
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６２

C（続き）．　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
A	JP 2012-137819 A (富士通株式会社) 2012.07.19, 全文、全図 & US 2013/0282423 A1 & WO 2012/086232 A1 & CN 103270531 A	1-15