

(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
2016年7月14日(14.07.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/111376 A1

- (51) 国際特許分類:
A01G 7/00 (2006.01) G01N 21/27 (2006.01)
G01J 3/51 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/050687
- (22) 国際出願日: 2016年1月12日(12.01.2016)
- (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 2015-003086 2015年1月9日(09.01.2015) JP
特願 2015-135666 2015年7月6日(06.07.2015) JP
- (71) 出願人: 日立マクセル株式会社 (HITACHI MAXELL, LTD.) [JP/JP]; 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 芳村 裕之(YOSHIMURA, Hiroyuki); 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内 Osaka (JP). 寺澤 寛了(TERASAWA, Kanryo); 〒5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内 Osaka (JP). 吉村 雅志(YOSHIMURA, Masashi); 〒

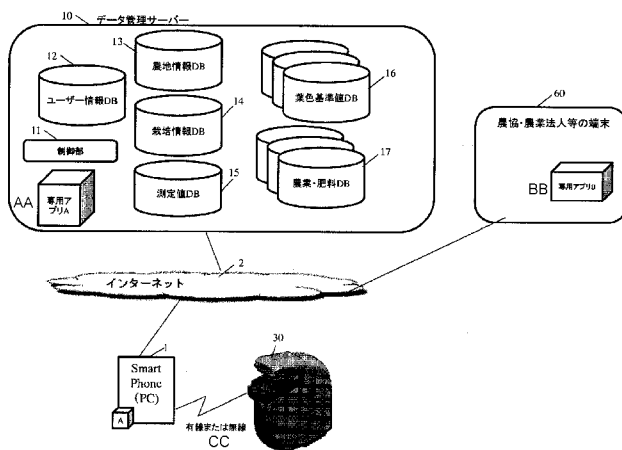
5678567 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内 Osaka (JP).

- (74) 代理人: 栗林 三男(KURIBAYASHI, Mitsuo); 〒1110042 東京都台東区寿3丁目5番9号 寿町吉田ビル2階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: PLANT INFORMATION ACQUISITION SYSTEM, PLANT INFORMATION ACQUISITION DEVICE, PLANT INFORMATION ACQUISITION METHOD, CROP MANAGEMENT SYSTEM, AND CROP MANAGEMENT METHOD

(54) 発明の名称: 植物情報取得システム、植物情報取得装置、植物情報取得方法、作物管理システムおよび作物管理方法



- 1 Smart Phone (PC)
2 Internet
10 Data management server
11 Control unit
12 User information database
13 Agricultural land information database
14 Horticultural information database
15 Measurement value database
16 Leaf color reference value database
17 Agriculture/fertilizer database
60 Agricultural cooperative/agricultural corporation terminal
AA Dedicated application A
BB Dedicated application B
CC Cable or wireless

(57) Abstract: The present invention enables the acquisition of plant information at a lower cost than a chlorophyll meter or a spectroscopic analysis device, as a result of being configured so as to obtain information about a plant from image data of the plant, on the basis of the color of the surface of the plant. A plant information acquisition system, a plant information acquisition device, a plant information acquisition method, a crop management system, and a crop management method are provided in order to support fertility management via a smart phone, etc., as a user terminal, during production of rice plants and other crops on the basis of observed data such as converted leaf color value etc., calculated from image data of the crop, said fertility management including fertilization management, such as determining the amount of fertilizer, and other farm work. A camera 30 is connected to a smart phone 1. A converted leaf color value can be obtained from image data obtained by capturing images of rice plant leaves using the camera 30. By sending this converted leaf color value to a management server 10, information about, for example, fertilizer amounts required when the converted leaf color value is lower than a reference value can be obtained as management information for fertilization management.

(57) 要約:

[続葉有]



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

植物を撮像した画像データから植物の表面の色に基づく当該植物の情報を取得するようにしたことにより葉緑素計や分光分析装置に比べて低コストで植物の情報を取得可能となる。稲等の作物の生産において、作物を撮影した画像データから算出される換算葉色値等の観察されるデータに基づいて、肥料の量の決定等の施肥管理やその他の農作業を含む肥培管理を、ユーザ端末としてのスマートフォン等を介して支援する。そのための植物情報取得システム、植物情報取得装置、植物情報取得方法、作物管理システムおよび作物管理方法を提供する。スマホ1にカメラ30が接続されている。稲の葉をカメラ30で撮影することにより得られた画像データから換算葉色値を得ることができる。この換算葉色値を管理サーバ10に送信することにより、例えば、換算葉色値が基準より小さい場合に必要な施肥量の情報が施肥管理のための管理情報として得られる。

明 細 書

発明の名称：

植物情報取得システム、植物情報取得装置、植物情報取得方法、作物管理システムおよび作物管理方法

技術分野

[0001] 本発明は、植物の表面の色から植物の情報を取得し、有用植物の栽培による作物等の生産物の生産に係わる各種農作業等を管理するとともに支援するための植物情報取得システム、植物情報取得装置、植物情報取得方法、作物管理システムおよび作物管理方法に関する。

背景技術

[0002] 農業、特に稲の栽培においては、水稻の施肥管理の指標となる葉色濃度の色見本である葉色カラスケールが用いられる場合がある。葉色カラスケールは、最も淡い１から最も濃い７まで葉色が段階的に示されており、各値の中間値まで読むと葉色を１３段階で測定することができるもので、簡易に葉色を判断できる。ただし、測定にあたっては太陽を背にするなどの注意が必要であり、測定する時間帯によっては葉色の判断が難しくなる。また、稲等の作物において、作物の窒素含有量が高くなると、緑色が濃くなる（葉緑素含有量が高くなる）ことが知られており、例えば、所定の地域で所定の時期の所定の品種の稲の葉の緑色が所定の濃さより薄い場合に、窒素系の肥料を施すことが好ましいなどの施肥の時期や量等の判断材料とすることができる。

[0003] この稲の葉の色から例えば肥料を施すタイミング等が記載された資料にしたがって、施肥管理を行うことになる。この資料は、気候や土壌の環境等が有る程度似通っている地域毎に作成される必要があり、例えば、月日等の日付（時期）と、そのときの主に葉色カラスケール上の色から施肥管理等を行うことができるようになっている。上述のように葉色カラスケールによる例えば施肥管理で使用される資料は、県や市町村単位等の比較的狭い範囲

毎に作成される必要があり、例えば、農業に係る公的機関（県の農業試験場等）やその他の組織（農業協同組合や農業法人等）によって作成される。

[0004] また、葉色の数値化には、上述の葉色カラスケールの他に、葉緑素計が用いられる。

この葉緑素計は、クロロフィル（葉緑素）の光学特性に基づいて、葉緑素の含有量を求める。葉緑素は、可視光の600～700nmの赤の範囲に吸収のピークを有するとともに、700nmより長波長側となる赤外光をほとんど吸収しないことが知られている。そこで、赤の領域の光を出力するLEDと、赤外光を出力するLEDを用い、これら赤の領域の透過光による光学濃度と、赤外光の透過光による光学濃度の差に基づいて、測定された葉に含まれる葉緑素の量を算出するようになっている。

[0005] この葉緑素計の測定結果も、上述の葉色カラスケールによる測定結果と同様に、例えば、窒素肥料の施肥量が適切か否かの判断等に使用することができ、測定結果を施肥管理の指標として用いることができる。なお、葉緑素計では、葉緑素の含有量の指標となるSPAD (Soil & Plant Analyzer Development) 値を出力するようになっているとともに、SPAD値と葉色カラスケールの測定結果としてのカラスケール値とが関連付けられており、相互に変換可能となっている。これにより、SPAD値でもカラスケール値でも、同じ稲の栽培に関する上述の資料を用いて施肥管理が可能である。以下の説明において、葉緑素計によるSPAD値および葉色カラスケールによるカラスケール値を葉色値と称する。すなわち、以下の説明において、葉色値には、SPAD値およびカラスケール値が含まれる。

[0006] 上述の葉緑素計は、葉緑素の含有量の測定を目的とするとともに、葉緑素の含有量に基づいて、作物の窒素量を計測することを目的としているが、作物の光学的測定により窒素を測定する分光分析装置も提案されている（例えば、特許文献1参照）。この場合には、直接窒素含有量を測定可能であり、

施肥管理に用いることができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平8－327538号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、葉色カラスケールは、比較的安価という利点があるが、上述のように測定時刻、天候、測定者等による測定結果にばらつきがあることが問題となる。また、葉緑素計や分光分析装置は、どうしてもコストに見合った価格設定となり、小規模農家が購入をためらう可能性がある。なお、植物の生育状態を比較的広い範囲で測定する方法としては、人工衛星を用いたりモートセンシングが知られているが、1回の測定に高額のコストがかかる。

[0009] また、これら各種装置による測定結果を利用するためには、上述のように利用される地域に対応して測定結果に基づいた施肥の管理を記載した資料が必要となる。葉色カラスケールの場合には、測定結果は測定者が決定するものであり、そのままでは、デジタルデータではなく、例えば、測定結果に対応する施肥管理を資料から求めるのは致し方ないが、例えば、葉緑素計や分光分析装置では、測定結果をデジタルデータとして扱っている可能性が高いが、基本的に測定結果を出力するだけであり、測定結果から施肥管理についてのデータを直接得ることはできない。

[0010] 上述の葉色値による施肥管理等を行うためには、稲を育てる農業従事者が上述のカラスケールや葉緑素計を用いて例えば葉の色の濃淡等を数値化した葉色値を求め、当該葉色値を用いて、例えば、各地方の自治体や農協等が提供する地域に即した施肥管理方法の冊子等の資料から具体的な施肥量の算出等を行う必要がある。

[0011] 稲の施肥管理には、例えば、葉色値の他にも、実際に施す肥料の量を決定するために、圃場（田圃）の面積、単位面積当たりの稲の株数などの稲の量

、稲穂の高さ等の生育度合（生育遅れや育ち過ぎ等）情報が必要になるとともに、上述のように自治体や農協等が提供する施肥管理の資料が必要となる。また、施肥管理の資料に基づいて実際に肥料の量を決定する知識や能力が農業従事者に求められる。

[0012] このような施肥管理により、米の生産量の増加や安定化や品質の向上を図ることが可能であるが、農業従事者には、葉色値の測定が必要となるだけではなく、上述のように葉色値の利用に関する知識と能力が必要となり、例えば、経験が浅く施肥等の知識が十分でない農業従事者には上述の葉色値に基づく施肥管理等が難しい場合がある。一方、熟練するとともに施肥管理や肥培管理の知識の豊富な農業従事者はその経験と知識から施肥管理や肥培管理を行うことができ、上述のような葉色の測定、測定結果と配布された資料からの施肥の検討等の作業が煩わしいと思う可能性がある。

[0013] また、作物の生育は、天候に大きく左右されるので、上述の各種資料が複数年の平均的な天候に基づいて作成されている場合に、平均的な天候に対して実際の天候が大きくずれた場合に、施肥管理や肥培管理の内容を変更する必要が生じ、施肥管理や肥培管理のための上述の資料の内容に変更が生じた場合に、これら資料に基づいて農作業を行っている農作業従事者に資料の内容の変更を伝達する必要がある。

[0014] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、植物を撮像した画像データから植物の表面の色に基づく当該植物の情報を取得するようにしたことにより葉緑素計や分光分析装置に比べて低コストで植物の情報を取得可能とし、稲等の作物の生産において、作物を撮影した画像データから算出される換算葉色値等の観察されるデータに基づいて、肥料の量の決定等の施肥管理やその他の農作業を含む肥培管理を、ユーザ端末としてのスマートフォン等を介して支援してくれる植物情報取得システム、植物情報取得装置、植物情報取得方法、作物管理システムおよび作物管理方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 前記課題を解決するために、本発明の植物情報取得システムは、撮像素子と、

前記撮像素子に被写体としての植物の像を結ばせるレンズを有する光学系と、

前記撮像素子を用いた撮像の際に前記植物を照らす照明用の光源と、

前記撮像素子を用いた撮像の際に外光を遮断する遮光デバイスとを備え、

前記植物を撮像した前記撮像素子から出力される画像信号から得られる前記植物の色の色情報と、前記植物中の葉緑素の量を示す情報との相関関係から前記植物の葉緑素の量を示す情報を出力することを特徴とする。

[0016] また、本発明の植物情報取得システムは、撮像素子と、

前記撮像素子に被写体としての植物の像を結ばせるレンズを有する光学系と、

前記撮像素子を用いた撮像の際に前記植物を照らす照明用の光源と、

前記撮像素子を用いた撮像の際に外光を遮断する遮光デバイスと、

前記撮像素子から出力される画像信号に基づいて、前記植物の色を示す色情報を取得する画像処理デバイスと、

前記色情報と、当該色情報に対して相関性がある前記植物に関する植物情報との相関関係に基づいて前記色情報から前記植物情報を取得する植物情報取得デバイスを備えることを特徴とする。

[0017] また、本発明の植物情報取得方法は、撮像素子と、

前記撮像素子に被写体としての植物の像を結ばせるレンズを有する光学系と、

前記撮像素子を用いた撮像の際に前記植物を照らす照明用の光源と、

前記撮像素子を用いた撮像の際に外光を遮断する遮光デバイスと、

前記撮像素子から出力される画像信号に基づいて、前記植物の色を示す色情報を取得する画像処理デバイスとを備える植物情報取得装置を用いた植物情報取得方法であって、

前記色情報と、当該色情報に対して相関性がある前記植物に関する植物情

報との相関関係に基づいて前記色情報から前記植物情報を取得することを特徴とする。

[0018] これらのような構成によれば、例えば、植物における葉緑素の含有量や、窒素の含有量といった植物情報を、撮像素子とレンズを備える光学系と照明用光源とを備える所謂カメラで植物を撮影することで得ることができる。すなわち、比色分析計等の高価な測定装置を用いなくても、安価に作成可能なカメラで葉緑素濃度等の植物情報を得ることができる。

[0019] また、遮光デバイスにより外光を遮断した状態で、照明用の光源の光で植物を撮像するので、外光の影響を受けることがなく、安定した光量や光の向きで撮像が可能になるので、屋外の田圃等での測定において、太陽の位置等によって、測定結果が変わってしまうのを防止できる。なお、植物情報は、例えば、葉緑素や窒素や糖分やポリフェノール等の植物に含まれる成分（化合物、分子）の含有量や、植物の生育度や、植物の果実の成熟度や、病気を発症しているか否かなどの情報が含まれてもよい。

[0020] 本発明の前記植物情報取得システムおよび植物情報取得方法において、前記植物情報は、前記植物に含有される所定の成分の含有量の指標となる数値であり、前記植物の色を示す前記色情報は、前記撮像素子で撮像された画像データの各画素の色空間を構成する複数種類の変数の値のうちの1種類以上の前記変数の値で表され、かつ、前記画像データの所定範囲内の複数画素にそれぞれ対応する当該変数の値を代表する代表値であることが好ましい。

[0021] このような構成によれば、色情報は、色空間を構成する変数、例えば、RGB色空間のR、G、Bの各変数や、HSV色空間のH、S、Vの各変数やこれらにGray（灰色、輝度）の変数を加えた色空間の変数の少なくとも1種類の値で表されるものであり、かつ、撮像素子で撮像された画像データの所定範囲内の複数画素の前記変数の代表値（例えば、平均値）である。また、植物情報を植物に含有される成分の含有量の値としている。したがって、色情報の値と、植物情報の値との間に相関関係があれば、色情報の値から植物情報の値を、相関式を用いて算出したり、相関関係に基づいて、色情報

の値と、植物情報の値とを対応付けたデータテーブルを用いて色情報の値から植物情報の値を求めたりすることができる。なお、上述のように植物の生育度や果実の成熟度や発病の有無を色情報としての色空間の変数のうちの1つ以上の変数の上述の代表値から求めるようにするものとしてもよい。

[0022] 本発明の前記植物情報取得システムにおいて、前記植物に含有される所定の前記成分の前記含有量の前記指標となる前記数値を従属変数とし、前記植物の前記色を示す前記色情報としての前記色空間を構成する前記変数の前記代表値を独立変数として回帰分析または重回帰分析を行うことにより、前記独立変数から前記従属変数を算出するための相関式を求めておき、

前記植物情報取得デバイスは、前記相関式を用いて、前記撮像素子から出力される前記画像信号に基づく前記色情報としての前記代表値から、前記植物に含有される所定の前記成分の前記含有量の前記指標となる前記数値を算出することが好ましい。

[0023] また、本発明の植物情報取得方法において、前記植物に含有される所定の前記成分の前記含有量の前記指標となる前記数値を従属変数とし、前記植物の前記色を示す前記色情報としての前記色空間を構成する前記変数の前記代表値を独立変数として回帰分析または重回帰分析を行うことにより、前記独立変数から前記従属変数を算出するための相関式を求めておき、

前記相関式を用いて、前記撮像素子から出力される前記画像信号に基づく前記色情報としての前記代表値から、前記植物に含有される所定の前記成分の前記含有量の前記指標となる前記数値を算出することが好ましい。

[0024] これらの構成によれば、植物情報となる値を従属変数（目的変数）とし、色情報となる値を独立変数（説明変数）として、回帰分析または重回帰分析により相関式を求め、当該相関式により色情報となる値から植物情報となる値を算出することができる。したがって、色情報の値との間に相関関係が認められる植物情報の値があれば、色情報から植物に含有される成分の含有量を示す指標となる値を求めることができる。なお、含有量の指標となる値は、そのまま含有量を示すものであってもよい。

[0025] また、本発明の前記構成において、前記植物情報が所定の前記成分としての葉緑素の前記含有量の前記指標となる葉色値であり、前記色空間が前記変数の種類としてR（赤）、G（緑）、B（青）およびGray（灰色）を有するか、またはH（色相）、S（彩度）、V（明度）およびGray（灰色）を有することが好ましい。

[0026] このような構成によれば、従来の葉色値（例えば、SPAD値の換算値）の測定に用いられる専用の比色分析装置を搭載した葉緑素計に比較して、低コストでSPAD値と互換性ある葉色値の測定が可能となる。これにより葉色値（SPAD値の換算値）を用いた稲の施肥管理を比較的少ない負担で行うことが可能になり、小規模農家における葉色値を用いた稲の施肥管理の導入を推進することが可能になる。

[0027] また、葉色カラスケールのように測定に際して外光の影響を受けることがなく、測定時期や測定時刻、測定場所、測定者等による測定データのばらつきを抑制することができ、葉色カラスケールより精度の高い施肥管理等の運用が可能になる。

[0028] また、本発明の植物情報取得システムの前記構成において、前記撮像素子、前記光学系、前記光源、前記遮光デバイスおよび前記画像処理デバイスを備える植物情報取得装置と、前記植物情報取得デバイスを備える携帯端末とを備え、

前記植物情報取得装置は、前記色情報を送信可能に前記携帯端末に接続されていることが好ましい。

[0029] また、本発明の植物情報取得システムの前記構成において、前記植物情報に対応して、前記植物の栽培に関する情報が記憶されたデータベースを有するサーバを備え、

前記携帯端末は、無線通信によりインターネットを介して前記サーバとデータ通信可能に接続可能とされ、

前記サーバは、前記携帯端末から前記植物情報を受信した場合に、受信した前記植物情報に対応する前記植物の栽培に関する前記情報を前記データベ

ースから抽出し、抽出された前記植物の栽培に関する前記情報を前記携帯端末に送信することが好ましい。

[0030] また、本発明の植物情報取得方法の前記構成において、前記植物情報を取得した後に、

前記植物情報に対応して前記植物の栽培に関する情報が記憶されたデータベースから前記植物情報に対応する前記植物の前記栽培に関する前記情報を抽出することが好ましい。

[0031] また、本発明の植物情報取得装置は、前記植物情報取得システムに備えられ、前記植物を撮像して前記植物の色を示す前記色情報を出力することを特徴とする。

[0032] これらの構成によれば、主に撮像を行う植物情報取得装置と、主に演算処理やデータの表示等を行う携帯端末とから植物情報取得システムが構成されることになる。携帯端末は、例えば、スマートフォンや、タブレット型のパソコンや、ノートパソコンとなるが、一般的にスマートフォンの普及率が高く、スマートフォンを好適に利用することができる。

[0033] この場合に、例えば、データの表示等は、スマートフォンのディスプレイを用いることが可能であり、音声出力を行う場合には、スマートフォンのスピーカを用いることができる。したがって、植物情報取得装置側には、ディスプレイやスピーカを設ける必要がない。また、植物情報取得装置側では、撮像素子から出力される画像信号から色情報を求めて出力すればいいだけなので、遮光デバイスを除けば基本的にカメラの構成であり、かつ、植物の比較的狭い範囲を近距離から撮影するだけなので、撮像素子に多くの画素数を必要としないとともに、高密度に画素が配列された撮像素子を必要とせず、画素数の少ない安価な撮像素子を用いることができる。したがって、カメラとしては葉緑素計などと比べて安価な構成のものを用いることができる。

[0034] 以上のことから、ユーザがスマートフォンを所持している場合に、葉緑素計などと比べて安価なカメラに相当する植物情報取得装置を購入すればよいので、ユーザの金銭的負担を軽減することができる。また、色情報から植物

情報を取得する演算処理は、スマートフォン側で行うので、携帯機器としては、演算能力の高いスマートフォンで容易に処理することができる。また、測定日時、測定場所等は、スマートフォン側の計時機能や、GPSセンサによる現在位置の測定等により自動的に得ることができる。この場合に、植物情報取得装置側には、時計やGPSセンサを必要としないことから、計時機能や位置測定機能に対するコストの低減を図ることができる。

[0035] また、スマートフォン等の携帯端末は、wifiや、公衆無線通信網によりインターネットを用いたデータ通信が可能であり、取得した植物情報を、インターネットを介してサーバにアクセスし、取得した植物情報に対応付けられた植物の栽培に関する情報を短時間で得ることが可能となり、例えば、測定データに対応する植物の栽培に関する情報を紙に記載された資料から探し出すような手間を必要としない。また、サーバ側では、多くのユーザが測定した植物情報として例えばSPAD値を測定日時と測定場所に関連付けて収集できることになり、SPAD値に対応する施肥管理等において、有用な情報を得ることが可能となる。

[0036] 本発明の作物管理システムは、前記植物情報取得システムで取得された植物情報を含むとともに、栽培される作物の生育状態を含む前記作物の情報である作物情報と、前記作物情報の取得時期を示す時期情報と、前記作物情報を取得した地域を示す地域情報とを送信するユーザ端末と、

前記ユーザ端末とデータ通信可能で、前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報を受信するとともに、これら情報に紐付けされた作物栽培の管理に係わる管理情報を記憶した管理情報記憶デバイスを有し、かつ、前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報を送信した前記ユーザ端末に、当該作物情報、当該時期情報および当該地域情報に基づいて前記管理情報記憶デバイスから抽出される前記管理情報を送信する管理サーバとを備えることを特徴とする。

[0037] 本発明の作物管理方法は、ユーザ端末と、当該ユーザ端末とデータ通信可能な管理サーバとを備える作物管理システムにおける作物管理方法であって

、
前記管理サーバは、栽培される作物の生育状態を含む前記作物の情報である作物情報と、前記作物情報の取得時期を示す時期情報と、前記作物情報を取得した地域を示す地域情報とが前記ユーザ端末から受信された場合に、前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報に紐付けされた作物栽培の管理に係わる管理情報を記憶した管理情報記憶デバイスから受信した前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報に基づいて前記管理情報を抽出して当該ユーザ端末に送信することを特徴とする。

[0038] これらのような構成によれば、例えば、農業従事者であるユーザは、ユーザ端末としてスマートフォン（以下スマホと略す場合がある）等の携帯無線端末を用いて栽培している作物の生育に係わる作物情報を取得して、スマホに入力し、この作物情報とともに作物情報を取得した時期と地域の情報を管理サーバに送信すると、スマホで管理情報を受信することができる。

[0039] この場合に、自治体等が配布する施肥に関する資料等を農業従事者が持っている必要はなく、スマホと、データの入出力と管理サーバとの間のデータ通信等を行うためのアプリケーション（以下、アプリと略す）とがあれば、作物栽培のための管理情報を得ることができる。

[0040] したがって、例えば、施肥管理において、肥料の量を示す管理情報等を容易に得ることができることから、施肥管理や肥培管理についての経験や知識が乏しいような農業従事者でも栽培される有用作物の生育状態から管理情報を簡単に得ることができる。

[0041] また、作物栽培に係わる管理情報を簡単に得られることから施肥管理や肥培管理に詳しい農業従事者も手間をかけずに管理情報を得て、自分のやり方と管理サーバが出力する管理情報のやり方を比較することが可能となり、管理情報を参考にして肥培管理を行うことができる。

[0042] 本発明の前記構成において、前記ユーザ端末は、前記作物情報を取得するための情報として、栽培される前記作物の表面の一部を撮影した画像情報を取得するために、前記撮像素子と、前記光学系と、前記光源と、前記遮光デ

バイスとを有する撮影デバイスを備えることが好ましい。

[0043] これらのような構成によればユーザ端末に作物の表面の一部を撮影して作物表面の画像を取得するための撮影デバイスが備えられているので、この画像データを作物情報として、ユーザ端末から管理サーバに送信することができる。

[0044] なお、ユーザ端末が撮影デバイスを備えるとは、例えば、ユーザ端末をスマートフォンとした場合に、外付けのカメラとしての撮像デバイスをスマートフォンに接続することを含むものである。

また、撮影デバイスで撮影した画像情報を作物情報として管理サーバに送信してもよいし、画像情報から例えば換算葉色値としてカラースケール換算値やSPAD換算値をユーザ端末で算出し、この換算葉色値等を管理サーバに作物情報として送信してもよい。また、作物情報として作物を撮影して取得した画像情報を送信した場合に、管理サーバ側で画像情報を換算葉色値に数値化してもよい。ここで換算葉色値は、画像データとSPAD値との相関関係に基づいて求められ、SPAD値と相関のあるSPAD換算値であるが、SPAD値からカラースケール値に変換可能なようにSPAD換算値からカラースケール値に変換可能である。また、SPAD換算値から変換されるカラースケール値をカラースケール換算値と称する。したがって、換算葉色値には、SPAD換算値およびカラースケール換算値が含まれる。

[0045] 基本的に外光を遮って照明装置の照明を用いるなどして、略一定の条件で作物の葉等を撮影可能ならば、上述のカラースケール値やSPAD値と、画像情報の例えばRGB値や輝度Y値などとの相関関係から換算葉色値としてSPAD換算値やカラースケール換算値を求めることが可能である。

[0046] 以上のことから計測が難しい葉色カラースケールを用いてカラースケール値を求めたり、比較的高価な葉緑素計を用いたりすることなく、例えば、スマートフォンに取り付けられるカメラや内蔵されるカメラ等を用いて作物を撮影することで、例えば、カラースケール換算値やSPAD換算値等の情報（換算葉色値）を得ることができ、この情報に基づいて管理サーバで管理情

報を抽出することが可能となる。これにより、農業従事者はさらに容易に管理情報を得ることができる。

[0047] また、本発明の前記構成において、前記ユーザ端末から送信され、前記管理サーバが受信する情報に前記作物が栽培される農地の面積に係わる農地情報が含まれていることが好ましい。

[0048] これらのような構成によれば、ユーザ端末から作物情報、時期情報や地域情報に加えて、作物情報に対応する作物が植えられた農地の面積に係わる情報が含まれる農地情報が管理サーバに送信されることから、管理サーバで、作物情報、時期情報、地域情報に紐付けされて単位面積当たりの施肥の際の肥料の量が記憶されていれば、この肥料の量と農地情報に基づいて、前記作物に与えるトータルの肥料の量等を求めて、ユーザ端末に送信することができる。この場合に、単位面積当たりの肥料の量だけではなく、実際に使用する肥料の量が分かり、計算の手間を省くことができる。なお、農地情報は、例えば、農地の面積であってもよいし、農地の形状とサイズを認識可能とする農地の角になる部分の位置の情報であってもよく、例えば、4角形の土地の4隅の位置であってもよい。また、農地情報または作物情報に農地で栽培される作物の単位面積当たりの栽培密度の目安になる情報、例えば、単位面積当たりの株の数や、茎の数等の情報がある場合に、管理サーバにおいて、栽培密度に応じて肥料の量を変更するようにしてもよい。

[0049] また、本発明の前記構成において、前記管理サーバは、前記ユーザ端末から送信される前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報に基づいて前記管理情報記憶デバイスに記憶された前記管理情報を抽出し、抽出された前記管理情報に単位面積当たりの施肥量の情報が含まれる場合に、当該施肥量の情報と、前記ユーザ端末から送信される前記農地情報に基づいて前記農地の施肥量を算出して前記ユーザ端末に送信することが好ましい。

[0050] これらのような構成によれば、ユーザ端末から具体的な肥料の量が出力されることになり、ユーザは、施肥管理の計画に関してほとんど手間がかからない状態となる。したがって、経験や知識のないユーザであっても、作物の

生育状態に即した施肥管理を行うことができる。また、経験や知識の豊富なユーザは、手間をかけずに肥料の量が決定されるので、例えば、ユーザが決めた肥料の量との比較が容易に可能となり、ユーザが利用する契機となる可能性がある。

[0051] 本発明の前記植物情報取得システムは、取得された前記色情報または前記植物情報が設定された異常値判定条件を満たす場合に、当該色情報または当該植物情報を異常値とする異常値検知デバイスを備えることを特徴とする。

[0052] このような構成によれば、異常検知デバイスにより、異常値が検知され、例えば、測定結果として異常値を除外したり、測定しなおしたりすることが可能となる。

測定異常の主な発生原因には、撮像時に被写体と撮像範囲にずれがあり、撮像範囲の一部に被写体が写っていない部分がある第1の原因と、遮光デバイスで遮光しきれずに撮像時に外光が入り込む第2の原因と、被写体の撮像箇所汚れや傷がある第3の原因とがある。

[0053] 第1の原因の場合には、例えば、撮像された所定範囲の画像の周縁部の少なくとも一部が設定された下限値を越えて暗くなる（色が濃くなる）か、上限値を超えて明るくなる（色が薄くなる）ので、それに基づいて異常値を判定可能である。第2の原因の場合には、外光の浸入により所定の閾値より画像が明るくなることで判感可能であるが、被写体を植物の緑の葉とする場合に、RGBの青Bの値が閾値を越えて明るく（濃く）なる場合に異常と判定できる。第3の原因の場合には、複数回の撮影により、色情報や植物情報の標準偏差 σ を求め、例えば 2σ の範囲を越える色情報や植物情報を異常と判定することができる。この場合には、1つの画像や色情報や植物情報から異常を判定することができないが、一般的に植物情報の測定においては、1度に複数回の測定を行うので、標準偏差 σ を求めることができ、これにより異常を判定できる。なお、異常と判定される条件である異常判定条件を満たす場合に異常と判定するが、正常と判定される条件を満たさない場合に異常判定条件が満たされたと判定できる。

[0054] また、本発明の前記植物情報取得システムは、前記画像信号に基づく画像または当該画像信号から取得された前記色情報を色として表示する表示デバイスと、

前記表示デバイスに前記画像または前記色を表示させるとともに、比較対象となる比較画像または比較色を表示させる表示制御デバイスとを備えることを特徴とする。

[0055] このような構成によれば、測定結果となる画像や色を比較対象となる画像や色と比較しながら測定したり、測定結果を視覚で確認することができる。比較対象としては、1度に複数回測定を行う場合、複数回の測定のうちの今回の測定以前に測定された画像や色を比較画像や比較色として表示することができ、この場合には、一度の測定におけるばらつきの程度を確認することが可能となるとともに、正常でないと思われる測定を中止または除外することが可能となる。また、比較対象としては、去年等の過去の同時期の色または画像のデータや、提供された他の畑や圃場等の植物の色や画像のデータであってよい。生育が良い状態の色や画像を比較対象とすることにより、生育状態をある程度判断することが可能である。また、農作業の指導を受けるような場合に、比較対象と現在の測定結果を比較しながらの指導により、分かり易い指導を行うことができる。また、比較表示は、測定時に行うものとしても、測定後に行うものとしてもよい。

[0056] 本発明の前記構成において、前記色情報は、前記撮像素子で撮影された所定範囲の画像の各画素の各色成分に対応する値の各色成分毎の代表値であることが好ましい。

[0057] このような構成によれば、各測定結果としての色は、葉の画像のように葉の箇所によって色が異なるものでなく、一様な色の面として表示することができる。これにより、比較時に葉の画像のように位置によって色が異なる場合よりも、各測定結果同士の視覚での比較が容易になる。ここで、色成分とは、例えば、色空間としての例えば赤R、緑G、青Bの各色成分であるが、RGB以外の色成分であってもよいし、RGBの各値から求められるグレイ

(灰色)を含んでもよい。

[0058] また、本発明の前記植物情報取得システムは、前記画像処理デバイスは、前記光学系と、前記光源と、前記遮光デバイスを用い、所定の前記植物情報に対応する校正用被写体を撮像した際に、所定の前記植物情報に近似する前記植物情報を前記植物情報取得デバイスが取得可能となるように調整されていることを特徴とする。

[0059] このような構成によれば、撮像素子、光学系、光源、遮光デバイスを用いた撮像においては、これらの固体差により、同じ色の植物を撮影しても、植物情報取得システムの植物情報取得装置（カメラ）の違いにより、出力される色情報や植物情報の差を小さくすることができる。なお、撮像素子と画像処理デバイスとは、ワンチップで構成しても、別々に2チップで構成してもよい。

発明の効果

[0060] 本発明によれば、撮像素子で撮像される植物の色を示す色情報から植物情報を取得することができる。この場合に、基本的にカメラとしての基本構成を有する植物情報取得装置により植物情報が得られることになり、専用の比色分析装置より安価に植物情報を取得することができる。また、作物の生育状態に基づく施肥管理や肥培管理を容易に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0061] [図1]本発明の実施の形態の植物情報取得システムの植物情報取得装置を示すブロック図である。

[図2]同、植物情報取得装置を示す概略図である。

[図3]同、植物情報取得システムを示す概略図である。

[図4]同、植物情報取得装置で行われる植物情報取得処理を説明するためのフローチャートである。

[図5]同、携帯端末で行われる植物情報取得処理を説明するためのフローチャートである。

[図6]同、サーバで行われる植物情報取得処理を説明するためのフローチャー

トである。

[図7]同、植物情報取得装置で行われる校正方法を説明するための工程図である。

[図8]同、植物情報取得装置で行われる校正方法を説明するための図である。

[図9]本発明の第2の実施の形態の作物管理システムを示すブロック図である。

[図10]同、スマホと管理サーバーで行われる作物管理アプリ起動時のメイン処理を説明するためのフローチャートである。

[図11]同、スマホと管理サーバーで行われる作物管理アプリのログイン処理を説明するためのフローチャートである。

[図12]同、スマホと管理サーバーで行われる作物管理アプリの初期設定処理を説明するためのフローチャートである。

[図13]同、スマホと管理サーバーで行われる作物管理アプリの栽培情報入力処理を説明するためのフローチャートである。

[図14]同、スマホと管理サーバーで行われる作物管理アプリの測定判定処理を説明するためのフローチャートである。

[図15]同、換算葉色値の測定後のスマホの表示を説明するための図である。

[図16]同、複数の測定ポイントにおける換算葉色値の測定後のスマホの表示を説明するための図である。

[図17]同、葉色の測定と基準値の過去の履歴を比較して示すグラフである。

[図18]同、スマホ等の端末の表示で、圃場内の各測定ポイントが含まれるエリアにおける換算葉色値と葉色基準値の差を段階的に色で地図上に表示する例を示す図である。

[図19]同、端末等の表示で、各圃場毎の換算葉色値と葉色基準値の差を段階的に色で地図上に表示する例を示す図である。

[図20]本発明の実施例における実験条件を説明するための図である。

[図21]同、単回帰分析の結果を示すグラフである。

[図22]同、重回帰分析における独立変数の絞り込み方法を説明するための図

である。

[図23]同、重回帰分析における独立変数の絞り込みに使用した独立変数となるデータを示す図である。

[図24]同、重回帰分析における独立変数の絞り込みの分析結果を示す図である。

[図25]同、重回帰分析における独立変数の絞り込みの分析結果における相関係数 R 、自由度調整済決定係数 R^2 、説明変数選択基準 R_u を示す図である。

[図26]同、実験条件毎の重回帰分析の結果としての（重）決定係数 R^2 と、有意 F とを示す図である。

[図27]同、実験条件毎の重回帰分析の結果としての（重）決定係数 R^2 を示すグラフである。

[図28]同、実験条件毎の重回帰分析結果のうちの（重）決定係数 R^2 の上位2つの実験条件の分析結果を示す図である。

[図29]同、全実験条件から選択された実験条件に対して得られた相関式で計算されるSPAD換算値と、葉緑素計で測定されたSPAD値との相関関係を示すグラフである。

[図30]図29の重回帰直線と各プロットとの最短距離の算出方法を説明するための図である。

[図31]図29の重回帰直線と各プロットの最短距離の度数分布を示すグラフである。

[図32]本発明の第3の実施の形態における異常値の検知方法を説明するための図である。

[図33]同、異常値の検知方法を説明するためのフローチャートである。

[図34]本発明の第4の実施の形態におけるスマホの表示画面におけるデータの比較表示を説明するための図である。

[図35]同、スマホの表示画面におけるデータの比較表示を説明するための図である。

[図36]同、スマホの表示画面におけるデータの比較表示を説明するための図

である。

[図37]同、スマホの表示画面におけるデータの比較表示を説明するための図である。

[図38]同、スマホの表示画面におけるデータの比較表示を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0062] 以下、本発明の第1の実施の形態について説明する。

本実施の形態の植物情報取得システムは、植物の表面を撮影した画像データに基づいて、植物の情報を取得するものである。本実施の形態では、画像データにおける例えばRGB（赤、緑、青）等の色空間を構成する複数の変数の値から葉色濃度（例えば、SPAD値の換算値や葉色カースケールの換算値）を求めるようになっている。

[0063] 図1および図2に示すように、本実施の形態の植物情報取得システムの植物情報取得装置101（作物管理システムの作物情報取得装置：カメラ30）は、装置本体32と、装置本体32に対向する受面を備える受部材33とからなっており、受部材33は、装置本体32に対して基部が回転自在に固定され、例えば、ステープラ（ホッチキス）状の構造となっている。すなわち、受部材33の基端部が回転自在に装置本体32に接続されていることにより、受部材33の先端部側と装置本体32との間に測定対象となる例えば葉を挟むようになっている。

[0064] なお、装置本体32に対して受部材33は所定範囲の角度だけ回転可能となっているとともに、図示しないばね等の付勢デバイスにより、所定範囲内で最大角度となるように付勢されている。この状態で付勢力に抗して受部材33の先端部を装置本体32に近づけることにより、葉を挟んだ状態に保持可能となっている。

[0065] 装置本体32には、撮像装置として、撮像素子（イメージセンサ）41、撮像素子41上に像を結ばせるための光学系としてのレンズ40、照明用の白色LED（光源）42、反射光防止用の偏光板43（43a, 43b）と

、外光遮断用フード34と、オン・オフ用のスイッチ35とを備える。また、装置本体32には、白色LED42、撮像素子41および各種回路の少なくともオン・オフを制御する制御回路50、撮像素子41から出力されるRGBの各信号を処理する画像処理回路51、画像処理回路51から出力されるRGB空間の画像データから独立変数を算出するデータ処理回路52および後述の携帯端末130（スマートフォン1）との間でデータ通信を行う通信回路53を備える。通信回路53と携帯端末130の間は無線（Bluetooth（登録商標）；Wi-Fi）あるいは有線（USBケーブル等）で接続される。一方、受部材33は、装置本体32に対向する面が平面であり、装置本体の撮像位置に対応する位置に位置決めガイド36が設けられている。位置決めガイド36は受部材33から幅方向（図2における手前側から奥行方向）に左右に突出する凸部であり、受部材33の平面に連続する平面部を上部に有する。左右の各々の位置決めガイド36の中央部にはカメラの撮像範囲の中央を示す直線状の凹部が設けられている。この凹部は葉を撮像範囲の中央に位置させるための目印の機能を果たしている。したがって、左右一方の位置決めガイド36の凹部から他方の位置決めガイド36の凹部にわたって稲の葉を配置した状態で葉を挟み込んだ際に、カメラの光学的視野の中央に葉を配置させることができるようになっている。したがって、位置決めガイド36の凹部は稲の葉を受け部材に配置する際にカメラの撮像範囲の中央に配置するための目印になるとともに、葉を挟む直前まで葉を受部材33に対して動かないように手で固定することができる。凹部を設けなくても位置決めガイド36そのものの位置を中央に配置するための目印としてもよい。

外光遮断用フード49は黒色のウレタン材からなり、外光遮断用フード49の高さおよびシャッタースイッチ35がオンとなる高さは、葉を挟んで撮影する際に葉に損傷を与えずにかつ外光遮断用フード49が十分外光を遮断した状態でシャッタースイッチ35がオンとなるように設定されている。

[0066] 撮像素子31は、カラーフィルタを備えるCCD（Charged・co

upled devices) センサまたはCMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) センサである。レンズ40は、例えば、接写用の単焦点レンズである。白色LED42は、葉を撮影するための照明であり、本実施の形態では、葉の撮影時に上述のフード34が葉の表面に押し付けられ、外光が遮断された状態で、白色LED42の光によって撮影されるようになっている。この際には、装置本体32と受部材33により葉が挟まれた状態であり、受部材33が葉を透過する方向の外光を遮断した状態となっている。したがって、上述のフード34と受部材33とから撮像時に外光を遮断する遮光デバイスが構成されている。

[0067] また、被写体に近い白色LED42の反射光が例えば葉の表面に映り込んだ状態（例えば、鏡に映るのに近い状態）となるのを防止するために、偏光板43が用いられている。偏光板43は、図2に示すように、白色LED42の照明光が通過する偏光板43aと、被写体としての葉の反射光が通過する偏光板43bとからなり、かつ、偏光板43aと偏光板43bとでは、偏光方向が直交した状態となっている。これにより、偏光板43aを介して葉に照射された白色LED42の照明光の直接的な反射光は、一对の偏光板43a、43bに遮られることになり、例えば、白色LED42が葉の表面に映り込んだ状態となるのを防止し、葉の表層の色が見えるようになっている。

[0068] また、この例では、ハーフミラー44を用いて、ハーフミラー44を透過させて照明光を葉に当てるとともに、葉からの反射光をハーフミラー44に反射させてレンズ40に導くようになっている。また、上述のように装置本体32と受部材33との間のフード34の位置に葉を挟むことにより、葉に円筒状のフード34が押し付けられた状態となり、撮像用の開口から侵入する外光が撮像素子41側に向かうのを防止できる。すなわち、外光の遮断を図ることができる。また、フード34は、撮像範囲を制限するようになっており、撮像範囲は、撮像素子41の有効画素部分より狭くなっている。なお

、葉を挟んだ場合に、葉が傷つくと、葉が変色する虞があるので、フード34は、その表面に突起等の無い滑らかな形状となっていることが好ましい。また、フード34は、遮光性の向上と、葉の損傷の防止のために、手で挟む操作を行った際に弾性変形するような柔軟性の高い素材を用いてもよい。

[0069] 本実施の形態は、葉の色から例えば植物情報（作物情報）として葉緑素の含有量を示す指標として換算葉色値（SPAD換算値）を求めるが、この際にカラースケール値に変換可能なSPAD値との相関関係に基づいてSPAD値と相関するSPAD換算値を求めている。そのために、例えば、撮像された画像データの所定範囲（所定面積）の各画素のRGBの各値とRGBの各値から求められるGrayの値を用いる。なお、各画素のRGB値を求める際に、撮像素子41から出力される例えばRGBの信号は、画像処理回路（画像処理デバイス）51で画像処理されて、RGBの各色の信号として出力される。また、撮像素子41が単板式の場合に、カラーフィルタのパターンに対応して各画素はRの画素、Gの画素、Bの画素から構成されることになるが、同時化处理（内挿処理）により各画素のRGB値を求める。

[0070] 本実施の形態において、光学系に基づく撮影範囲内のさらに所定範囲内の複数画素からの信号が用いられる。上述の所定範囲は、例えば、2mm×2mmで、200画素×200画素程度とするが、特にこれに限定されるものではない。この所定範囲に含まれる各画素のRGBの各値と、RGBの値から求められるGrayの値を用いるようになっている。Grayの値は、次式によりRGBの各値から求められる。

$$\text{Gray} = R \times 0.3 + G \times 0.59 + B \times 0.11$$

[0071] なお、画像データとしては、RGBおよびGrayに限られるものではなく、HSVやHLSやYUVやYCbCrやYPbPr等を用いるものとしてもよい。基本的には、求めるべき作物情報としてのカラースケール値や葉緑素濃度（SPAD値）との相関関係があれば、RGB以外の色空間を用いてもよい。

[0072] また、RGBの各値やGrayの値を求めることになるが、上述の撮像範

囲のうちの利用される所定範囲の各画素の値は、必ずしも必要はなく、撮影された画像データの所定範囲内の各画素の色に関するデータの代表値、すなわち、RGBの各値と、Grayの値のそれぞれの代表値を求め、当該代表値との相関関係に基づいて例えば換算葉色値（SPAD換算値）を求めることになる。集団の中心的傾向を示す代表値としては、平均値、中央値、最頻値や、その他にも積分値や、代表値と成り得る各種値を採用することができる。本実施の形態では、画像データの所定範囲の各画素のRGBの各値とGrayの値のそれぞれの平均値を代表値として求める。

[0073] なお、取得可能な植物情報（作物情報）としては、換算葉色値に限られるものではなく、例えば、葉緑素濃度やSPAD値と相関性が認められる窒素含有量であってもよい。基本的には、画像データを構成する各画素のRGB等の変数の値と、相関関係がある値を取得可能な作物情報とすることができ。例えば、果実の色と、糖濃度やクエン酸濃度やその他の酸濃度やポリフェノール濃度や、成熟度等の生育状況との間に相関関係が認められれば、作物情報として糖の濃度や各種酸の濃度の情報や各種ポリフェノールの濃度や、生育状況の情報を取得するものとしてもよい。また、所定の病気か否かの判定に上述のRGB等の値を用いるものとしてもよい。

[0074] また、スイッチ35は、制御回路50を介して白色LED42と撮像素子41のオン、オフを行うものであり、例えば、照明のオン・オフとシャッタとを兼ねるものである。スイッチ35は、受部材33を装置本体32に上述のように付勢デバイスの付勢力に抗して近づけると、装置本体32側にあるスイッチ35が受部材33に押されてオンとなり、受部材33を装置本体32から離すとオフとなる。スイッチ35がオンとなると、制御回路50や、撮像素子41や画像処理回路51等を搭載する回路基板の電源がオンになる。また、これによりオンとなった制御回路50の制御により、照明用の白色LED42がオンとなった後に、シャッタがオンとなる。この際に、受部材33と装置本体32のフード34との間に葉が挟まれていれば、葉の表面がフード34に遮光された状態で撮影される。この際には、受部材33により

、葉を透過する光が遮光される。なお、スイッチ３５は、１つに限られるものではなく、撮像素子４１や画像処理回路５１等を搭載する回路基板の電源スイッチ、照明用白色ＬＥＤ４２の電源スイッチ、シャッタ用のスイッチ等がそれぞれ設けられていても良い。この場合には、スイッチ３５は静止画像取り込みのためのシャッターボタンとしてのみ機能するので、スイッチ３５が押下されるまではスマートフォンに対して現在の入力画像の動画を表示してもよい。これにより、画像を確認しながらスイッチを押下することができるので適切な静止画像を撮影することが可能となる。

[0075] また、本実施の形態において、スイッチ３５は、受部材３３に当たること
でオンとなるが、スイッチ３５は、例えば、受部材３３が所定角度だけ回転
移動した場合に、オンとなるものであってもよいし、所定箇所に設けられた
タッチセンサであってもよい。また、スイッチ３５は、フード内に設けられ
た照度センサ（例えば、受光素子）であってもよく、外光が遮られて照度が
低下した際に照明用白色ＬＥＤ４２を点灯し、白色ＬＥＤ４２の点灯を照度
センサで検知してシャッタをオンにするものであってもよい。

[0076] レンズ４０は、例えば、接写用の単焦点のマクロレンズであり、フード３
４の先端に接触して、フード３４を閉塞する被写体（葉）に焦点（ピント）
が合うようになっている。

制御回路５０は、上述のように白色ＬＥＤ４２および撮像素子４１の駆動
等の制御を行うものであるが、それに加えて画像処理回路５１やデータ処理
回路５２や通信回路５３の駆動等の制御を行うものとしてもよい。

[0077] 画像処理回路５１は、撮像素子４１から出力される画像信号に基づき上述
の同時化処理を行うとともに、所定範囲の各画素のＲＧＢの値から各画素の
Ｇｒａｙの値を求め、各画素のＲＧＢの各値とＧｒａｙの値を出力する。デ
ータ処理回路（画像処理デバイス）５２では、各画素のＲＧＢの各値それぞ
れの平均値（代表値）、および各画素のＧｒａｙの平均値（代表値）を求め
る。すなわち、Ｒの平均値、Ｇの平均値、Ｂの平均値、Ｇｒａｙの平均値を
求め、これらの値を通信回路５３に出力する。通信回路５３では、有線、例

例えば、USBや有線LAN（イーサネット（登録商標））を用いた有線通信や、無線、例えば、WIFI（無線LAN）やbluetooth（登録商標）を用いた無線通信によりカメラ30が携帯端末130としてのスマートフォン（スマホ1：ユーザ端末）と通信可能となっており、上述の葉を撮影した画像データのRGBの各平均値とGrayの平均値を送信するようになっている。

[0078] すなわち、図3に示すように、植物情報取得装置101は、携帯端末130と接続されるとともに、携帯端末130は、無線公衆回線網とインターネット142を介してサーバ143と接続可能となっている。携帯端末130は、携帯電話（スマホ1）として無線公衆回線網を介して音声通信およびデータ通信を行うための無線通信デバイスと、各種通信の制御を行うとともに、インストールされたアプリケーション（以下、省略してアプリと称する）を実行する制御デバイス（植物情報取得デバイス）と、アプリやシステム（OS）の実行に基づく表示を行うためのディスプレイ（表示デバイス）と、ディスプレイにアプリ等の実行に基づいて画像を表示する表示制御デバイスと、音の入出力を制御する音制御デバイスと、GPSを含む各種センサを備える。

[0079] また、携帯端末130は、アプリやアプリで使用されるストレージとしてのフラッシュメモリを備える。なお、アプリ等のプログラムで使用されるメモリとしてのRAMは、例えば、制御デバイスに備えられている。

また、フラッシュメモリには植物情報取得処理用アプリ（植物情報取得デバイス）がプリインストールされており、植物情報取得装置101（カメラ30）から送信される上述のRGBおよびGrayの代表値（平均値）に対して葉緑素量の指標であるSPAD換算値を算出するようになっている。

[0080] 植物情報取得処理用アプリ（作物管理用アプリ）には、例えば、回帰分析や重回帰分析で求めた上述の代表値とSPAD換算値との（重）回帰式（相関式）が登録されている。例えば、RGBの各平均値のうちのGの平均値と、Grayの平均値とからSPAD換算値を算出する重回帰式が登録されて

いる。これにより、植物情報取得装置 101 から RGB の各平均値と Gray の平均値が受信された場合に、G の平均値と、Gray の平均値とに基づいて SPAD 換算値が携帯端末 130 から出力されるようになっている。

重回帰式は、例えば、換算葉色値（SPAD 換算値）を Y、G の平均値を X1、Gray の平均値を X2 とすると、 $Y = a(X1) + b(X2) + c$ となる。この式に撮影された画像データの所定範囲の複数画素の G の値の平均値（独立変数）を X1 に代入し、画像データの所定範囲の複数画素の Gray の平均値（独立変数）を X2 に代入することで、Y（従属変数）である SPAD 換算値を算出する。

[0081] また、求められた SPAD 換算値と、携帯端末 130 に入力された稲の品種、稲を栽培している地域（住所）、現在の日付、稲の高さとが施肥管理を行うためのデータとしてサーバ 143 に送信される。サーバ 143 には、基本的に地域と現在の日付と品種に対応して SPAD 換算値および稲の高さが記憶されている。この地域と、現在の日付と、品種に対応する SPAD 換算値を地域（住所）と現在の日付とで検索して抽出し、登録されている SPAD 値と、測定された SPAD 換算値とを比較する。同様に登録されている稲の高さと、入力された稲の高さとを比較する。なお、稲の高さは、例えば、携帯端末 130 にインストールされた高さ測定用のソフトにより計測された値が送信されるようになっていてもよい。

[0082] 登録されている SPAD 換算値より測定されている SPAD 換算値が小さければ窒素肥料が不足していると判断可能であり、逆に登録されている SPAD 換算値より測定される SPAD 換算値の方が大きければ窒素肥料が足りているか、必要量より窒素肥料が多い可能性がある。また、登録された SPAD 換算値より測定された SPAD 換算値が低く、かつ、登録された稲の高さより測定された稲の高さが低ければ、肥料不足が裏付けられたことになり、登録された SPAD 換算値より測定された SPAD 換算値の方が高く、登録された稲の高さより、測定された稲の高さが高ければ、肥料のやり過ぎの可能性が高くなる。

[0083] サーバ143には、地域、日付（または種蒔きや田植えからの日数）、品種に応じて上述のように標準となるSPAD換算値が登録されるとともに、例えば、測定されたSPAD換算値に対してアドバイスが登録されている。例えば、標準となるSPAD換算値より測定されたSPAD換算値が低ければ、基本的に窒素肥料等の施肥を促すアドバイスが登録されており、標準となるSPAD換算値より測定されたSPAD換算値が高ければ肥料を抑えるようなアドバイスが登録されている。

また、季節と地域と品種に応じて、施肥管理だけではなく、水の管理や、除草や、病気対策等のアドバイスが得られるようになっている。これらにはSPAD換算値に関連するものと、関連しないものが含まれる。なお、現在、SPAD換算値に対して各地域の稲作に係る組織（農協や農業試験場や役所等）において、測定されたSPAD換算値に対する施肥管理を含むアドバイスの提供が行われており、これを利用することも可能である。

[0084] このような植物情報取得装置101による植物情報取得方法においては、例えば、図4のフローチャートに示すように、カメラの一種である本実施の形態の植物情報取得装置101（カメラ30）による植物情報取得処理が行われる。

この際には、葉の撮像を行うことになる。

葉の撮像においては、例えば、他の葉と略同様の異常のない葉を選択する。この葉をカメラ30のフード34の位置で装置本体32と受部材33との間に挟み込む。この動作によりスイッチ35がオフからオンとなり（ステップS1）、カメラ30に搭載された制御回路50がオンとなり、制御回路50の制御に基づいて、白色LED42の点灯、撮像素子41の起動、画像処理回路51の起動、データ処理回路52の起動、通信回路53の起動が行われる（ステップS2）。これらの回路は、1つのチップ上にあってもよい。

[0085] 次いで、スイッチオンをトリガーとして自動的に撮像が行われる（ステップS3）。撮像素子41から出力された信号が画像処理回路51において、上述のように同時化処理されて画像データが生成される。この際にGray

のデータもRGBのデータから算出される。すなわち、各画素のRGBおよびGrayの値が算出され（ステップS4）、この各画素のRGBおよびGrayの値がデータ処理回路52に送られる（ステップS5）。データ処理回路52では、画像データの所定範囲内の各画素のRの値、Gの値、Bの値、Grayの値から、Rの代表値、Gの代表値、Bの代表値、Grayの代表値とが算出される（ステップS6）。Rの代表値、Gの代表値、Bの代表値、Grayの代表値と画像データが通信回路53を介してスマホ（携帯端末130）1に送信される（ステップS7）。なお、各代表値は、上述の画像データからスマホ1で求めても良い。

[0086] 携帯端末130では、図5のフローチャートに示すように、植物情報取得装置101から上述の各代表値が入力された場合（ステップS11）に、上述の代表値とSPAD換算値との関係式に代入してSPAD換算値（換算葉色値）を算出する（ステップS12）。すなわち、SPAD値と、上述の各色の代表値との相関に基づく重回帰式に、Gの代表値とGrayの代表値が代入されて、換算葉色値が求められる。

[0087] 求められた換算葉色値は、他のデータとしての上述の住所、日付、品種等のデータとともに、携帯端末130のディスプレイに表示される（ステップS13）。この際には、撮像された画像データを表示してもよい。ディスプレイに表示されたデータは、サーバ143に送信可能であるが、SPAD換算値以外のデータ表示は、直接変更可能に表示されている。ユーザがデータを変更した場合（ステップS14）には、それに対応して携帯端末130に記憶されているデータが変更されて更新記憶される（ステップS15）。次に稲の高さを入力する（ステップS16）。なお、稲の高さは、ユーザが計測して入力するものとしてもよいが、植物情報取得処理用アプリに周知の高さ計測機能を設けておき、携帯端末130のカメラで撮影することにより、稲の高さを算出して入力するようになっていてもよい。

[0088] 求められたSPAD値は、サーバ143に登録されているデータベースに送られる（ステップS17）。サーバ143では、図6のフローチャートに

示すように、携帯端末130からSPAD値等のデータが受信されると（ステップS21）、サーバ143のデータベースを上述の地域、日付、稲の品種、SPAD値、稲の高さに基づいて検索し（ステップS22）、肥料を施すか否か、肥料を施す場合の単位面積当たりの施肥量等の施肥管理に関するデータを得られることになる（ステップS23）。検索により得られた施肥管理に関する情報は、携帯端末130に送信される（ステップS24）。

[0089] 携帯端末130では、施肥管理に関する情報が受信されると（ステップS18）、この情報を表示する（ステップS19）。上述の肥料を施すか否や、施す場合の単位面積当たりの肥料の量や、その他の稲の農作業に関する情報が携帯端末130に受信されて、携帯端末130に表示されることになる。

[0090] スマホ（携帯端末130）1では、カメラ30から上述の各代表値が入力された場合に、上述の代表値と換算葉色値（SPAD換算値）との関係式に代入して換算葉色値を算出する。SPAD値と緑色の葉色カラスケールによる読み取り値は、相関関係があることが知られており、換算葉色値の計測には、RGB+GrayのうちのGとGrayの値を用いる。すなわち、換算葉色値（SPAD換算値）と、上述の各色の代表値との相関に基づく重回帰式に、Gの代表値とGrayの代表値が代入されて、換算葉色値が求められる。

[0091] 求められた換算葉色値は、他のデータとしての上述の住所、日付、品種等のデータとともに、スマホ1のディスプレイに表示される。この際には、撮像された画像データも同時に表示してもよい。ディスプレイに表示されたデータは、サーバー143（後述の管理サーバ10）に送信可能であるが、換算葉色値以外のデータ表示は、直接変更可能に表示されている。ユーザがデータを変更した場合には、それに対応してスマホ1に記憶されているデータが変更されて更新記憶される。次に稲の高さを入力する。なお、稲の高さは、ユーザが計測して入力するものとしてもよいが、植物情報取得処理用アプリに周知の高さ計測機能を設けておき、カメラ30で撮影することにより、

稲の高さを算出して入力するようになっていてもよい。

[0092] 次に、カメラ30の校正方法の工程を、図7を用いて説明する。カメラ30では、色によって植物情報（作物情報）を得ることになる。この際に、各カメラ30の固体差や経時変化等を校正する必要がある。

[0093] 葉緑素計で測定した場合に所定のSPAD換算値（校正用の基準値）となるカラーチップを例えばカメラ30の販売時に同梱する（ステップSt1）。このカラーチップを用いてユーザが校正を行う（ステップSt2）。校正は、使用開始時に行うとともに、できるだけ設定された期間毎に略定期的に行うことが好ましい。

まず、カメラ30を携帯端末130（スマホ1）に接続するとともに、植物情報取得処理用アプリ（作物管理用アプリ）を起動する。

校正処理では、カメラ30が接続されたスマホ1で行われる処理であり、以下のステップS31からの処理がスマホ1で行われる処理となる。

[0094] 作物管理アプリが起動したスマホ1のディスプレイには、例えば、校正等の項目がボタンとして表示されたサブメニューが表示可能となっている。校正処理を行う場合には、ユーザが校正ボタンを押すことにより、スマホ1では、ディスプレイの校正のボタンが表示された範囲で、タッチスクリーンがタッチされることを検知する（ステップS31）。ここでは、作物管理用アプリ起動後に、メニューとして表示された各ボタンへのタッチの検出を監視して待機する状態となっており、校正ボタンへのタッチが検知されることにより、校正処理を開始する（ステップS32）。

[0095] スマホ1のディスプレイには、同梱のカラーチップを所定回数（例えば、5回や10回）撮影するように促し、装置本体32と受部材33との間にカラーチップを挟んで撮影することを示す表示が表示され、カメラ30から撮影された画像データが入力するのを監視して待機する状態となる。この際に、画像データの入力回数をカウントし、入力回数のカウント値が上述の所定回数となるまで、ディスプレイにカラーチップの撮影を継続するように促す表示が行われる。これに対応してユーザがカラーチップの撮影を行うことに

より、画像データが順次、スマホ1に入力することになる（ステップS33）。

スマホ1では、入力した画像データを取得して、フラッシュメモリ等の記憶装置に記憶する（ステップS34）。

[0096] スマホ1の制御デバイスでは、カラーチップを撮影した所定数の画像データの所定範囲の各画素のRGBの値のうちのGの値の代表値としての平均値と、所定範囲の各画素のGrayの値をRGBの値から算出するとともに、所定範囲の各画素のGrayの値の代表値として平均値を求める。すなわち、所定範囲内の各画素のG値およびGray値の平均値を求める。これを所定数の画像データの全てに対して行って、各画像データに平均化された1つずつのG値とR値とを求めた後に、所定枚数の画像データ毎のG値とGray値との平均値（代表値）を求める。

[0097] 算出されたG値と、Gray値とを上述の回帰式に代入してSPAD換算値を求める。このカラーチップの撮影により得られた換算葉色値と、カラーチップに設定された基準となる葉色値との差を補正用のデータとして算出決定される（ステップS35）。

[0098] 算出された補正用のデータは、スマホ1内に自動的に登録され（ステップS36）、処理を終了する（ステップS37）。以降、実際の葉の撮影画像に基づきSPAD換算値が計算される際にこの補正用のデータを用いて補正される。すなわち、回帰式に設定された補正項に補正値が代入された相関式を用いて、Gの平均値とGrayの平均値とから校正された状態で換算葉色値を求めることができる。

ここでは、補正用のデータをスマホ1内に登録しているが、これに限らずサーバ143に登録しておいてもよく、あるいは両方で登録しておいてもよい。後述するSPAD換算値をスマホ1で計算するのではなくサーバで計算する場合には処理を簡素化できる。また、サーバに補正用のデータを履歴も含めて常に登録しておく場合、サーバは補正値の変動をチェックすることによりカメラ30の性能の劣化を把握できユーザに注意を促すことができ、異

常な撮影画像、異常なSPAD換算値のデータベースへの登録を抑制することができる。

重回帰式は、上述のように、 $Y = a(X_1) + b(X_2) + c$ と表されるが、これに補正項(α)を使い、 $Y = a(X_1) + b(X_2) + c + \alpha$ とするように補正する。すなわち、上述のように算出された補正值を α に代入してから従属変数Yとしての換算葉色値を求める。

[0099] 例えば、図8には、葉の画像データから計算により得られた換算葉色値（SPAD換算値）を独立変数Xとし、前記葉を葉緑素計で測定した場合のSPAD値を従属変数Yとして回帰分析を行い、その回帰分析の結果として、色情報から算出されたSPAD換算値（X）と、葉を葉緑素計で測定したSPAD値（Y）の相関式（回帰式）が、 $Y = 0.8762X + 4.6722$ とされている。図8において縦軸が色情報から算出されたSPAD換算値（X）であり、横軸が葉を葉緑素計で測定したSPAD値（Y）である。プロットされた点は、測定された稲の各株に対応することになる。

[0100] この際にカラーチップの基準値（葉緑素計で測定した測定値に略等しい値）となるSPAD値が40で校正時のSPAD換算値の色情報からの算出値が34とすると、基準値－算出値＝＋6となり、相関式が $Y = 0.8762X + 4.6722 + 6$ に補正される。これにより、相関式が示す回帰直線が右に移動することになる。なお、図8の決定係数 $R^2 = 0.8762$ は、上述の相関式における寄与率を示すものである。すなわち、決定係数 R^2 は測定結果の変動を説明変数でどの程度説明できているかを示すもので、1に近づくほど精度が高いことを表わす。また、図8は、SPAD換算値を計算により求めた場合と、葉緑素計で測定した場合との相関関係を示すものであり、実際の校正では、上述のようにGの代表値と、Grayの代表値とからSPAD換算値を求めるための相関式である $Y = a(X_1) + b(X_2) + c$ を $Y = a(X_1) + b(X_2) + c + \alpha$ に補正する。

以上のように、回帰式に設定された補正項に補正值が代入された相関式を用いて、Gの平均値とGrayの平均値とから校正された状態で換算葉色値

を求めることができる。

[0101] また、上述の校正方法では、ユーザがカメラ30の校正を行うものであるが、それとは別に、カメラ30の出荷時に、カメラ30のメーカー等で行われる校正を説明する。

カメラ30では、例えばCMOSセンサである撮像素子41と集積回路としての画像処理回路51とが設けられている。なお、撮像素子41と画像処理回路51とは、SOCとしてワンチップ化されていても良いし、別々のチップであってもよい。

[0102] 例えば、画像処理回路51では、ホワイトバランス、ブラックレベルコントロール、各種フィルタ機能、マトリックスゲイン調整、アパーチャ補正、ガンマ補正等が可能であり、自動で調整されるものもあるが、例えば、マトリックスゲイン調整、アパーチャ補正、ガンマ補正等は、外部からRGB毎にパラメータを設定して色や輝度が調整可能である。

[0103] ここで、照明に使用している白色LED42では、青色LEDと黄色蛍光体を用いたものが比較的安価であり、主流となっているが、例えば、同ロット内でも輝度等の性能のばらつきが比較的大きく、白色LED42を光源とした場合に、カメラ30の固体差が大きくなる虞がある。

[0104] そこで、カメラ30においては、出荷前の段階で所定の葉色値となるカラーチップ（例えば、葉色カラースケールで稲の葉の適正な葉色の範囲に含まれる葉色値4またはその近傍の葉色値（植物情報）となる緑色の校正用の被写体）を撮影し、葉色カラースケールの読み取り値の換算値としての葉色値が例えば上述の4となるように、上述の画像処理回路51のパラメータを変更する。これにより、カメラ30の出荷時には、画像処理回路51で調整可能な範囲で、固体差が小さくなっており、上述のユーザによる校正を省略したり、ユーザによる校正を行うまでの期間を長くしたりすることが可能である。また、カメラ30の固体差を小さくして、各農家や農業関係の各期間における換算葉色値のぶれを小さくして、換算葉色値による管理における精度を高めることができる。

[0105] このようなカメラ30を用いた換算葉色値の測定では、外光を遮断していつでも所定の照明を行うことができ、かつ、画素数の多い撮像素子41を必要とせず、少ない画素数の撮像素子41で測定可能である。また、演算処理の一部や、データの表示等をスマホ1側で行うことが可能となっている。以上のことから葉色カラスケールよりは高価になるが、カメラではなく専用の比色分析装置を備えるような葉緑素計に比較して低コストに製造可能となる。

[0106] また、外光をカットしてLED照明を用いることにより、安定した撮影が可能となり、季節や時刻や天候や環境によって、測定結果が変わってしまうのを抑制可能であり、誤差の少ない測定を行うことができる。また、植物（作物）の葉、茎、実、根等の各種部位の表面の色と、作物の各種情報との間に相関関係があれば、各種情報の測定が可能となる。この際には、カメラ30が、植物（作物）の表面を撮影して得られた画像データの各画素のRGBの各値、または、RGBから求められるGrayを含む各値を出力できる機能を有するものならば、スマホ1側の植物情報取得処理用アプリに登録されている関係式を追加することで葉緑素以外の物質の含有量の測定が可能となる。例えば、SPAD値だけではなく、実際に葉を破砕して葉緑素を抽出することにより葉緑素量を実測し、上述の代表値と、葉緑素の実測された濃度との相関式を求めて、SPAD値ではなく葉緑素量を求めるようにしてもよい。また、葉緑素量と相関関係がある窒素量を実測し、実測した窒素量と上述の代表値との相関関係を求めて窒素量を測定するものとしてもよい。また、果実等において、その色と果実に含まれる糖、酸、色素成分であるポリフェノール等の濃度との相関関係が認められれば、これらの測定にカメラ30とスマホ1を用いることができる。

[0107] なお、本実施の形態では、Gの代表値とGrayの代表値を用いるので、Rの代表値とBの代表値とを算出しないものとしてもよい。回帰式からSPAD換算値が求められると、このSPAD換算値と、スマホ1に入力された地域（住所）と、日付と、稲の品種と、稲の草丈とがインターネット142

を介して、サーバ143（管理サーバ10）に送られる。なお、地域の情報は、例えば、スマホ1に設けられたGPSに読み取られたスマホ1の位置情報を用いるものとしてもよい。また、日付の入力の機能はスマホ1の時計機能やカレンダー機能から今日の日付を入力させるものとしてもよい。

[0108] また、本実施の形態では、データ処理回路52をカメラ30に設けたが、スマホ1の作物管理用アプリの機能にデータ処理回路52の機能を加えるものとしてもよい。この場合に、カメラ30は、基本的に画像データとしてRGBの各値とGrayの値を出力することになる。なお、相関関係の高さにもよるが、RGB+Grayの全てを独立変数としても良いし、Bを除く残りRG+Grayを独立変数としてもよいし、GまたはGrayだけを独立変数としてもよい。

[0109] 次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。

本実施の形態の作物管理システムは、図9に示すように、ユーザが用いるユーザ端末であるスマートフォン（スマホ1）と、スマホ1と携帯電話用の公衆無線回線または有線や無線のLANを用いるとともにインターネット2（142）を介して接続可能な管理サーバ10（サーバ143）と、前記スマホ1にUSB等を介して接続可能な測定デバイス（撮影デバイス）としてのカメラ30と、インターネット2等を介して管理サーバ10に接続可能で管理サーバ10の管理を行うためのパーソナルコンピュータからなる端末60とを備える。

[0110] 携帯端末130としてのスマホ1は、周知のものであり、データ通信を行う機能、通信可能なデータとしての画像（静止画、動画）、テキスト等の表示用データを表示するディスプレイを備えた表示機能、主にタッチパネルを用いて行われるテキスト等のデータの入力機能と、アプリケーション（アプリ）を実行するプログラム実行機能とを有し、管理サーバ10に対して、データの入力と出力とを可能な端末として機能する。

[0111] また、スマホ1を用いるユーザとしては、農業従事者を想定しており、農作業を行うか、農作業の管理を行う者がスマホ1のユーザとなることを想定

している。また、ここで農作業として稲の栽培を想定しており、農業従事者が稲の栽培による米の生産に係わっていることを想定している。なお、本実施の形態は、作物の栽培の管理に係わるものであり、作物として米以外の各種穀物、豆や芋等を含む各種野菜、各種果物等の栽培の管理を行うものであってもよい。また、作物とは、食品となる植物に限られuものではなく、基本的に栽培が管理されるものであればよく、作物には、花や茶や樹木等が含まれる。また、花や観葉植物などの観賞用の植物の色の管理に本発明を応用することが可能である。

[0112] 管理サーバ10は、インターネット2を介して、携帯端末130である複数のスマホ1と同時にデータ通信可能であるとともに、例えば、中央演算処理装置（CPU）やRAMやROM等を有するとともに、データの記憶や通信のための各種インタフェースを有する制御部11と、ハードディスク等からなるストレージ装置等を備える。ストレージ装置には、各種データを検索可能に記憶する記憶デバイスとして機能し、検索等により記憶したデータを抽出可能としたデータベースが構築されている。

[0113] 本実施の形態の管理サーバ10には、ユーザ情報データベース12、農地情報データベース13、栽培情報データベース14、測定値データベース15、葉色基準値データベース16、農業・肥料データベース17等が構築されている。

[0114] ユーザ情報データベース12には、ユーザを特定可能なユニークなユーザIDに紐付けして、後述のアカウント登録時に主に入力された個人情報が登録されている。ユーザ情報データベース12には、例えば、ユーザID、氏名、住所、メールアドレス、電話番号等が記憶されるとともに、生年月日、職業、属する組織（団体や法人等）等が登録される。なお、ユーザ情報データベース12には、課金等のためのクレジットカードの情報が含まれていてもよい。

なお、ユーザとして、個人ではなく、法人等の組織、団体が登録されるものとしてもよい。

- [0115] 農地情報データベース 13 には、上述のユーザ ID に紐付けされてユーザが農作業を行う（ユーザが管理する）農地（圃場）の位置が記憶されている。なお、圃場の位置は、基本的に緯度と経度で表されるが、圃場に住所があれば、住所も登録される。なお、1 ユーザに対して複数の圃場が登録可能とされている。また、農地情報データベース 13 には、圃場の種類と、面積が登録される。
- [0116] 圃場の種類とは、主に栽培する作物で分離されるもので、例えば、稲、キャベツ、トマト等である。また、圃場の種類として登録される作物の種類には、作物を特定可能な品種名やブランド名が含まれる。
- [0117] なお、圃場の位置は、例えば、スマホ 1 の GPS 機能を用いて入力したり、スマホ 1 の地図アプリ上で入力したりしても良いし、圃場の緯度や経度が分かればそれを直接入力してもよい。また、圃場の位置は、圃場を代表する一個所の緯度と経度を入力するものとしてもよいが、各圃場の各角の緯度と経度を入力することにより、圃場の形状と面積が分かる状態となっていることが好ましい。なお、例えば、四角形の土地では、4 つ角があることになり、3 角形の土地では、3 つの角があることになり、略 L 字状の土地では、5 箇所の出隅の角と、1 箇所の入隅の角があることになる。
- [0118] このように圃場の全ての角（出隅の角と入隅の角を含む）の緯度と、経度を入力する場合には、例えば、スマホ 1 の地図アプリ上で航空写真を表示するとともに、航空写真上で圃場の各角を順次、指示して各角の緯度と経度を確定して入力する。また、スマホ 1 の GPS 機能を用いて、スマホ 1 を持ったユーザ等のスマホ 1 のオペレータが、各圃場の角で GPS 機能により測定される緯度と経度を登録するものとしてもよい。
- [0119] ただし、GPS では、誤差が生じる虞があるので、地図アプリ上で圃場の位置を修正可能となっていることが好ましい。このような圃場の角の位置に基づいて、圃場の形状と、圃場の面積が管理サーバ 10 において、算出されるようになっている。なお、圃場の面積は、ユーザがスマホ 1 から入力するようになっていてもよい。また、各圃場には、圃場を筆毎に特定可能な筆シ

リアルナンバが付されており、各圃場の緯度と経度のデータと、作物の種類や品種等のデータや、顧客IDは、筆シリアルナンバに紐付けされて記憶される。

[0120] 以上のように農地情報データベース13には、顧客IDに紐付けして、ユーザが管理や農作業を行う圃場の位置と、圃場の種類として圃場で栽培される作物の品種と、圃場の面積と筆シリアルナンバが登録されている。

[0121] 栽培情報データベース14には、顧客IDに紐付けされて、各作物の品種と、各作物が栽培されている圃場の筆シリアルナンバと、時期（日時）とに対応付けて、栽培情報が記憶されている。例えば、栽培情報として、例えば、種を蒔いた日や、苗を植えた日や、蕾ができた日や、肥料を施した日や穂が出た日（出穂日）や、出穂予定日や田圃から水を抜いた日や、肥料を施した日や、農薬を散布した日などの農作業の内容（肥料や農薬の量も含む）と農作業の時期や、作物の生育の節目になる日が記憶される。なお、栽培情報データベース14に記憶される栽培情報は、作物の種類や品種によって異なるものとすることができる。

[0122] 測定値データベース15には、本実施の形態において、上述のカメラ30により撮影された画像データ（画像情報）と、当該画像データから読み取られた換算葉色値（作物情報）のデータが記憶される。なお、換算葉色値以外に作物の草丈や単位面積当たりの株数や、株当たりの茎数等の測定値（作物情報）がある場合に、全ての測定値のデータを測定値データベース15に記憶するものとしてもよい。なお、栽培情報データベース14および測定値データベース15において、各情報は、上述の顧客IDと、筆シリアルナンバと、日時または日付等の時期情報に紐付けされて記憶されており、作物情報からユーザ、圃場、日時が特定可能であるとともに、顧客IDや、筆シリアルナンバから栽培情報や農地情報を検索可能であり、圃場がある地域を検索可能である。また、測定値としての換算葉色値は、基本的にカラスケールを読み取った場合のカラスケール値やSPAD値に変換可能なものであり、本実施の形態では、SPAD値との相関関係に基づいて換算葉色値（SP

A D 換算値) が決定されている。

[0123] なお、本実施の形態では、基準となる葉色基準値は、カメラ 30 を用いて求められた換算葉色値に基づいて算出されたものであり、換算葉色値（測定値）と葉色基準値とは、カメラ 30 の画像データを用いた同様の方法で求められるものである。なお、カメラ 30 以外で撮影された画像データを用いて換算葉色値や葉色基準値を求めてもよい。あるいは、葉色基準値は従来から行われているカラースケール値または S P A D 値にもとづいて定められてもよい。また、以下の説明で測定された換算葉色値を測定値、葉色基準値を基準値と記載する場合がある。

[0124] 葉色基準値データベース 16 には、作物の品種、栽培地域ごとに、時期に対応付けられた好ましい葉色基準値が登録されている。ここで、時期とは当該年度の日付や田植え日からの経過日数などの時間軸をいう。基準値は、専門家が当該地域の当該品種の過去のシーズンに測定された換算葉色値を分析して、特定の時間軸に対する基準とすべき換算葉色値を決定して定められたものである。葉色基準値データベース 16 の葉色基準値は分けつ期あるいは田植え前などの時期に決定されるが、当該年度の気象状況などに応じて専門家により適宜変更されることもありうる。

[0125] 葉色基準値は、基本的に計測された換算葉色値が葉色基準値と一致または近い値となれば作物が順調に生育していることを示すものとなっている。例えば、所定の時期における換算葉色値が葉色基準値より小さい場合に、窒素肥料の不足を示し、換算葉色値が葉色基準値より大きい場合に稲の高さ等にもよるが、窒素肥料過多で育ち過ぎの可能性がある。なお、育ち過ぎて稲の高さが高くなると、風等により稲が倒れる可能性高くなることから、稲の育成をある程度制限することが好ましく、例えば、窒素肥料の量を制限することになる。

[0126] 葉色基準値は、例えば、当該地域における現在のシーズンより前のシーズンの通年の換算葉色値データを分析して、算定されるものであるが、カメラ 30 による換算葉色値データだけではなく、カラースケールや S P A D 値に

基づく葉色値データも参酌されており、各品種の各時期における好ましい換算葉色値のデータが葉色基準値として記憶されている。なお、今回のシーズンの天候等の状況に応じて葉色基準値の時期をシフトしたり、葉色基準値に対する換算葉色値の許容範囲を低い側や高い側に広くしたり、狭くしたりしてもよい。

[0127] 農業・肥料データベース 17 には、品種と地域と時期ごとに、換算葉色値の測定値と基準値との差に対応付けられて単位面積当たりの施肥量が、作物栽培における施肥管理のための管理情報として登録されている。なお、基本的に基準値より測定値が高い場合に施肥量は 0 となる。ここで、肥料は主に窒素系肥料であるが、例えば、リンやカリ等に係わる肥料の標準となる施肥量や生育状態に応じた施肥量が登録されていてもよい。この農業・肥料データベース 17 には、上述の葉色の測定値と基準値との差に対して単位面積当たりの施肥量が専門家により決定されて登録されている。すなわち、農業・肥料データベース 17 には、作物の栽培の管理の 1 つとして施肥管理のための施肥量の情報が登録されており、作物の栽培の管理に係わる管理情報を記憶した管理情報記憶デバイスとなる。農業・肥料データベース 17 も葉色基準値データベース 16 と同様に当該年度の気象状況などに応じて専門家により適宜変更されることもありうる。

[0128] ここで、管理サーバ 10 は、上述の単位面積当たりの施肥量を換算葉色値、草丈等の生育状態、単位面積当たりの株数や一株中の茎数等の栽培密度等により調整するようになっている。また、管理サーバ 10 では、上述の圃場の面積に基づいて、圃場毎の施肥量を算出するようになっている。

[0129] 例えば、単位面積当たりの施肥量に対して、葉色基準値に対する測定された換算葉色値の差に基づいて 1.1 や 0.9 等の係数を乗算した除算したりしてもよいし、係数を加算したり減算したりするものとしてもよいし、測定された換算葉色値が葉色基準値より濃くかつ草丈が基準となる草丈より高い場合に施肥量を 0 としてもよい。

[0130] 単位面積当たりの株数や一株中の茎数等に基づいて作物の生育密度が基準

に対して高いか低いか判定し、それに基づいて単位面積当たりの施肥量を増減するものとしてもよい。

[0131] また、端末60は、例えば、地方自治体や農協や農業法人等の農業関連団体で、施肥管理や肥培管理を行ったり、支援したりする団体のオペレータが使用するものであり、基本的に葉色基準値データベース16、農業・肥料データベース17へのデータの登録、データの変更等のデータの管理を行うための端末であり、管理サーバ10の各データベースの閲覧等のための専用アプリB（作物管理用アプリ）がインストールされている。葉色基準値データベース16、農業・肥料データベース17のデータの登録やデータの変更においては、農地情報データベース13、栽培情報データベース14、測定値データベース15等を参照し、これらのデータを統計処理して利用する場合があり、端末60は、管理サーバ10にログインすることにより、管理サーバ10の全てのデータベースにアクセス可能である。また、ユーザ毎のデータではなく、作物管理システムを使用する複数のユーザの測定データ等を端末60で閲覧することにより、地域全体の状況を観察したり、各ユーザの各圃場における測定結果の比較も可能となっている。したがって、葉色の測定値を基準値と比較するだけではなく、測定値を他の圃場の測定値と比較することも可能であり、明らかに他の圃場より測定値が大きい場合や小さい場合に、それを施肥管理における判断材料に利用することができる。

[0132] カメラ30は、ここでは換算葉色値測定用のものであり、装置上部のホッチキス状の部分で作物の葉を挟み込んで葉の表面を、外光を遮断した状態で撮影できるようになっている。カメラ30は、スマホ1に接続されて撮影された画像データをスマホ1に出力し、スマホ1を介して画像データを管理サーバ10等に出力するようになっている。

[0133] なお、第2の実施の形態の作物管理システムでは、第1の実施の形態の植物情報取得システムと同様に、作物（植物）の育成状態の指標として換算葉色値を用いるようになっている。すなわち、作物管理システムでは、カメラ30で作物の表面を撮影した画像データに基づいて、作物の情報として換算

葉色値を取得するものである。第2の実施の形態では、第1の実施の形態と同様に画像データにおける例えばRGB（赤、緑、青）等の色空間を構成する複数の変数の値から葉緑素濃度を示す換算葉色値を求めるようになっている。

[0134] すなわち、作物管理システムは、植物情報取得システムと近似または類似しており、実質的には、略同様のシステムであり、作物管理システムのカメラ30は、上述の植物情報取得システムのカメラ30と同様のものである。

[0135] また、スマホ1は、アプリやアプリで使用されるデータ等を記憶するストレージとしてのフラッシュメモリを備える。なお、アプリ等のプログラムで使用されるメモリとしてのRAMは、例えば、制御デバイスに備えられている。

また、フラッシュメモリには作物管理用アプリがインストールされており、カメラ30から送信される上述のRGBおよびGrayの代表値（平均値）に対して葉緑素量の指標である換算葉色値を算出するようになっている。なお、カメラ30で撮影された画像データから換算葉色値を算出することになるが、換算葉色値を算出する処理は、スマホ1で行われても、画像データをスマホ1から送信された管理サーバ10で行ってもよいし、カメラ30の内部で行ってもよい。なお、以下の説明では、換算葉色値として説明するが、ここでのカラースケール換算値は、SPAD換算値に変換可能なものであり、後述の実施例に示すように、SPAD換算値を求めてこれをカラースケール値に変換したものである。

[0136] スマホ1には、管理サーバ10から専用アプリA（作物管理用アプリ）がダウンロードされてインストールされている。作物管理用アプリには、例えば、回帰分析や重回帰分析で求めた上述の代表値と換算葉色値（SPAD換算値）との（重）回帰式（相関式）が登録されている。例えば、RGBの各平均値のうちのGの平均値と、Grayの平均値とからSPAD換算値を算出する重回帰式が登録されている。これにより、カメラ30からRGBの各平均値とGrayの平均値が受信された場合に、Gの平均値と、Gray

の平均値とに基づいて換算葉色値がスマホ 1 から出力されるようになっている。

- [0137] また、求められた換算葉色値と、スマホ 1 に入力された稲の品種、稲を栽培している地域（住所）、現在の日付、稲の高さ（草丈）とが施肥管理を行うためのデータとして管理サーバ 10 に送信される。管理サーバ 10 では、上述の葉色基準値データベース 16 に、例えば、稲の品種、地域（住所）、時期（日付）に関連付けて基準となる葉色基準値が登録されている。

この管理サーバ 10 では、施肥管理の処理として、スマホ 1 から入力される地域（圃場の住所や緯度および経度）と、現在の日付と、稲の品種とから、葉色基準値データベース 16 を検索して葉色基準値を抽出する。次に、抽出された葉色基準値と、入力された換算葉色値とを比較する。

- [0138] ここで、葉色基準値データベース 16 に、品種、地域、時期（月日）に関連付けて登録されて上述のように抽出される葉色基準値と、測定された換算葉色値を比較した場合に、例えば、葉色基準値より換算葉色値の値が小さければ（色が薄ければ）窒素源の不足が考えられ、逆に換算葉色値の値が大きければ（色が濃ければ）窒素源の過多が考えられる。

- [0139] これにより、管理サーバ 10 からスマホ 1 に対して、窒素肥料を与える可否か等の施肥管理上のアドバイスを送信することが可能である。

- [0140] 第 2 の実施の形態の作物管理システムのカメラ 30 による作物の情報として換算葉色値を取得する作物情報取得方法は、例えば、第 1 の実施の形態の植物情報取得システムによる植物情報取得方法と同様に行われる。すなわち、上述の図 4 のフローチャートに示される植物情報取得処理と同様に行われる。

- [0141] 次に、図 10、図 11 および図 12 のフローチャートを参照してスマホ 1 における作物管理用アプリにおけるメイン処理とログイン処理と初期設定処理を説明する。なお、ここで作物管理用アプリは、説明を容易とするために作物として稲の施肥管理や肥培管理等の栽培の管理を行うものとするが、作物は稲に限定されるものではなく、作物として各種野菜、果物、穀物等の各

種作物にこの作物管理システムを適用可能である。

[0142] 図10は作物管理アプリのメイン処理を示すフローチャートとメイン画面である。作物管理用アプリをスマホ1で起動すると、メイン処理が開始されメイン画面1aが表示される（ステップA1）。ここで作物管理用アプリには、基本的にログイン処理と、初期設定処理と、作物管理処理とが行われる。また、作物管理処理には、3つのモードがあり、ユーザがスマホ1でいずれかのモードを選択することができる。この作物管理処理のモードには、換算葉色値の測定と測定された換算葉色値が示す作物の生育状態の判定とを行う測定判定モードと、ユーザが植付、農薬の散布、施肥等の農作業の情報を入力する栽培情報入力モードと、測定された換算葉色値の測定結果の履歴を葉色規準値と比較して表示する葉色値履歴表示モードとがある。

[0143] 図10に示すように、起動時のメイン画面（起動画面）1aには、初期設定ボタン1bと、作物管理処理の上述の各モードに対応するボタンとして、測定判定ボタン1cと、栽培情報入力ボタン1dと、葉色値履歴表示ボタン1eが表示される。また、メイン画面1aには、ログインボタン1fが表示されており、ログインボタン1fをタッチすると、ログインしていない場合にログイン処理が開始されることになるが、基本的にログインしていない状態では、いずれのボタンをタッチしても、ログイン処理が開始される。

[0144] すなわち、スマホ1では、作物管理アプリ起動後のメイン画面1aでのタッチ操作を契機としてログインしているか否かが判定される（ステップA2）。なお、ログインした状態とは、管理サーバ10で、作物管理アプリが起動しているスマホ1からのアカウント情報の入力による認証が行われて、スマホ1による管理サーバ10へのアクセスが許可された状態である。

[0145] ログインしていない場合には、後述のログイン処理が開始される（ステップA3）。既にログインしている場合と、上述のログイン処理が終了した場合に、メイン画面1aのログインボタン1f以外の各ボタン1b～1eへのタッチを契機として、メイン画面上の各ボタン1b～1eに対応する作業（処理）の選択が行われる（ステップA4）、タッチされたボタン1b～1e

に対応して、初期設定処理が選択されて実行されるか（ステップA5）、作物管理処理の測定判定モードが選択されて実行されるか（ステップA6）、作物管理処理の栽培情報入力モードが選択されて実行されるか（ステップA7）、作物管理処理の葉色値履歴表示モードが選択されて実行される（ステップA8）。

[0146] 次に、図11のフローチャートを参照して、ログイン処理を説明する。

上述のように作物管理用アプリを起動した際に、ログインされていない場合に、ログイン処理が開始され、ログイン画面がスマホ1の画面1aに表示される（ステップB1）。ログイン画面には、例えば、ユーザIDと、パスワードの入力欄が表示されるとともに、これらユーザIDおよびパスワードを入力した後にログインするためのログインボタンが表示される。また、ログイン画面には、ユーザIDおよびパスワードが設定されていない未登録のユーザに対して、登録ボタンが表示されている。

[0147] ログイン画面上で登録ボタンが押されると、ユーザ登録処理が開始されることになり、作物管理用アプリでは、登録ボタンが押されるか、ログインボタンが押されるかで、ユーザ登録を行うか否かを判定する（ステップB2）。

[0148] すなわち、登録ボタンがタッチされた場合に、ユーザ登録が選択されたものとしてユーザ登録処理を行い、ログインボタンが押された場合にログイン処理を行う。

[0149] 登録ボタンがタッチされた場合には、ユーザ登録処理が行われる（ステップB3）。ユーザ登録処理では、管理サーバ10のユーザ情報データベース12にユーザ毎に登録されるユーザ情報を入力させる処理が行われる。基本的には、ユーザ情報の各項目の入力欄が表示され、各入力欄に対応するユーザ情報をユーザに入力させる処理が行われる。なお、このユーザ登録処理では、スマホ1から管理サーバ10にユーザ情報が送信されて管理サーバ10のユーザ情報データベース12にユーザ情報が登録されることになり、ユーザ情報登録時には、スマホ1と管理サーバ10との間でデータ通信が行われ

る状態となっている必要がある。

- [0150] ユーザ登録処理で入力されてユーザ情報データベース 12 に登録されるユーザ情報には、例えば、顧客 ID、ユーザ ID、パスワード、氏名、住所、メールアドレス、電話番号、課金情報、契約期間、カメラシリアルナンバー、所属団体等がある。
- [0151] ユーザ情報登録処理では、スマホ 1 から管理サーバ 10 にユーザ情報登録が行われることが通知され、この際に管理サーバ 10 は、ユーザ情報データベース 12 に未だ登録されていない顧客 ID を自動で設定する処理が行われた後に、この顧客 ID に紐付けしてスマホ 1 で入力されたユーザ情報が管理サーバ 10 に登録される。
- [0152] ユーザ ID は、ユーザが決める ID であり、例えば、ニックネームやメールアドレスや氏名であってもよいが、他のユーザと重複しないものが好ましい。なお、ユーザ ID は、ユニークな顧客 ID に紐付けされているので、他のユーザと重複してもよい。
- [0153] 課金情報は、例えば、クレジットカードの情報であるが、課金はプリペイドカードや電子マネーカードや銀行振り込みや自動引き落とし等で行うものとしてもよい。また、ユーザが作物管理システムの利用において、必ず課金されるものでなくともよい。
- [0154] 契約期間は、ユーザの作物管理システムの契約上の利用期間であるが、例えば、契約期間は自動的に更新される。カメラシリアルナンバーは、上述のスマホ 1 に接続されるカメラ 30 にそれぞれユニークに設定された番号であるとともに、カメラ 30 が正規品か否かの判定が可能となっている。この例では、作物管理システム用のカメラ 30 が設定されており、設定されたカメラ 30 をユーザが購入して使用するか、所属団体からカメラ 30 が提供されるようになっており、各カメラ 30 には、シリアルナンバーが付されており、シリアルナンバーにより作物管理用システムで利用可能なカメラ 30 か否かを判定（認証）できるようになっている。なお、使用可能なカメラ 30 を限定することにより、換算葉色値の測定結果のばらつきを抑え、測定結果の信頼

性の向上を図ることができる。

[0155] なお、シリアルナンバが入力されない場合に、スマホ1に接続されたカメラ30を使用できないものとして、作物管理システムが利用できないようにしてもよい。例えば、カメラ30の購入を作物管理システムの使用条件の1つとしてもよい。

所属団体は、例えば、農協や農業法人等である。この所属団体に応じて、団体に所属するユーザに対して、当該所属団体で管理する端末60からのアドバイスを受けるなどのサービスが可能となる。

[0156] ユーザ情報の各入力欄にユーザ情報が入力されると、ユーザ登録完了となって、ユーザ登録処理が終了する。なお、ユーザ登録終了時にログインした状態となる。

[0157] ログインボタンが押された場合には、ユーザ登録処理が行われずに、ログイン入力処理（ステップB4）が行われる。ログイン入力処理では、上述の入力欄に入力されたユーザIDとパスワードが管理サーバ10に送信され、管理サーバ10でユーザ情報データベース12を用いた認証処理が行われることになる。管理サーバ10では、上述のようにスマホ1から入力されたユーザIDと顧客IDに基づいてユーザ情報データベース12からパスワードを抽出し、抽出されたパスワードと入力されたパスワードが一致する場合にログインを許可し、一致しない場合にログインを拒否する。

[0158] ログイン入力処理が終了したスマホ1では、認証処理が開始され（ステップB5）、管理サーバ10から上述のログインの許可または拒否の結果が送信された場合にそれを表示する。なお、ログインが許可された際には、スマホ1は、管理サーバ10にログインした状態となり、管理サーバ10で設定されたメニューを選択することにより、各処理が行われる。ログインが拒否された場合には、ユーザがアカウントとしてのユーザIDとパスワードの再入力を行うか、作物管理用アプリを終了する。

[0159] 次に、起動時のメイン画面（起動画面）1aにおいて初期設定ボタン1bが選択された際の処理について説明する。スマホ1が管理サーバ10にログ

インした際に、未だ初期設定が済んでいない場合に、スマホ１では、初期設定処理を促す。なお、初期設定が済んでいるか否かは、ユーザ情報データベース１２に顧客ＩＤに紐付けして登録されており、管理サーバ１０にログインした際に確認される。なお、農地情報データベース１３に、顧客ＩＤに対応する農地が登録されていなければ、初期設定処理における圃場登録が行われていないことになり、初期設定処理を行ったか否かが確認可能である。

[0160] この初期設定処理では、基本的にユーザが農作業を行う圃場の位置が登録される。なお、作物管理システムで施肥管理を行う際には、農地情報における圃場の面積のデータ等が必要であるが、例えば、換算葉色値等から稲等の作物の生育状態を判断し、施肥管理は、独自の方法で行うのであれば、必ずしも農地情報として各圃場の情報を入力する必要はない。なお、農地情報の入力、設定画面からいつでも行えるようになっている。

[0161] スマホ１の初期設定処理では、図１２のフローチャートに示すように、初期設定画面がディスプレイに表示される（ステップＣ１）。初期設定画面には、圃場登録を行うか否かの選択画面が表示され、選択画面で圃場登録を行うか否かをユーザが入力可能となる。ユーザの入力に基づいて、スマホ１で圃場登録を行うか否か判定される（ステップＣ２）。圃場登録を行わないことが選択されると初期設定処理が終了する。一方、圃場登録を行うことが選択されると、農地情報の入力欄が表示され、各農地情報として、上述の圃場の情報がユーザにより入力可能となる。なお、各ユーザは、複数の圃場を登録可能となっている。農地情報の入力欄に各農地情報を入力すると、スマホ１が圃場登録処理として、入力された農地情報を管理サーバ１０に送信する（ステップＣ３）。送信された農地情報は、管理サーバ１０の農地情報データベース１３に顧客ＩＤ（ユーザーＩＤ）に紐付けされて登録される。なお、農地情報データベース１３では、圃場の単位としての筆毎に、圃場を登録するようになっている。

[0162] 初期設定処理で入力される農地情報としての圃場の情報は、圃場毎（筆毎）の筆シリアルナンバと、圃場名と、住所と、地域名と、圃場の面積と、圃

場の形状の頂点（角）の数と、各頂点の緯度および経度と、所有者名である。圃場名は、ユーザが複数の圃場を有する場合に各圃場の区別を容易にするためのものであり、任意に設定される。なお、ユーザID等と連番やアルファベット等との組み合わせで自動的に設定可能としてもよい。圃場の各筆シリアルナンバは、農地情報データベース13内で重複しないユニークな数値となっており、筆シリアルナンバの設定は、例えば、管理サーバ10で、農地情報データベース13を参照して重複しないように行われる。

[0163] 圃場の面積は、ユーザが入力してもよいが、上述の各頂点の位置を入力することにより、圃場の形状とサイズが決まるので、圃場の形状とサイズから圃場の面積を算出してもよい。地域名は、基本的に住所の市町村となる名前であるが、例えば、地域名が米のブランドとして扱われている場合に、ブランドとなっている名前を用いてもよい。

[0164] 圃場の形状の頂点の位置としての緯度・経度の入力においては、例えば、スマホ1のGPSによる現在地を用いてもよい。

[0165] 例えば、頂点の数を入力した後に、スマホ1を持ってユーザが各頂点に立ち、スマホ1の初期設定画面で所定のボタンを押すことで、スマホ1がGPSで測定された現在位置を入力するようになっている。また、地図アプリを利用して地図上で頂点位置をタッチすることで、頂点位置を入力してもいい。この場合に、スマホ1の表示として、地図単独だけではなく、航空写真を用いてもよい。

[0166] GPS単独での現在地入力には、誤差が生じる虞があるので、GPSで各圃場の頂点の位置を入力した後に、地図アプリの地図上の入力された頂点の位置を表示させて地図上で位置を修正するものとしてもよい。なお、既にユーザにより圃場の面積が入力されており、圃場の頂点位置で示される形状から面積を算出しない場合には、頂点位置に多少の誤差があっても問題ないので、修正せずにGPS上の位置を用いるものとしてもよい。

[0167] 1つの圃場の情報の入力が終了した場合、引き続きその圃場の測定ポイントをユーザに入力させ、入力された測定ポイント情報を測定ポイントD/B

に登録する処理を行う（ステップC4）。測定ポイントの入力は、前述した圃場の形状の頂点の位置の入力方法と同様の方法で入力することができる。

S P A D 換算値の測定は定点観測する必要があるため、測定ポイントを予め登録しておく。測定ポイントは入力された順番に測定ポイントNOが付与される。

1つの圃場の情報の入力終了した場合には、初期設定画面に次の圃場の情報を入力するか否かを選択する画面が表示されるので、ユーザがさらに別の圃場の情報を入力するか否かを選択する。

[0168] スマホ1では、引き続き次の圃場の情報を入力するか否かが判定され（ステップC5）、次の圃場の情報の入力を行わない場合に初期設定処理を終了し、次の圃場の情報の入力を行う場合に、ステップC3の前の圃場の情報を入力する状態に戻り、次の圃場の情報を入力することになる。

[0169] 作物管理システムでは、初期設定が終了した状態で、ユーザが定期的に換算葉色値の測定を行い、葉色基準値に対して測定された換算葉色値が大きい小さいかを判定することになるが、この換算葉色値のデータ以外に栽培情報として作物（稲）の品種、作物の生育度合、作物の栽培密度等の測定値をスマホ1から管理サーバ10の測定値データベース15に入力するようになっている。また、肥料を施したり、農薬を散布したりする農作業を行った場合に、これを栽培情報として栽培情報データベース14に登録するようになっている。

[0170] この栽培情報の入力は、作物管理処理の栽培情報入力モードで行われるものである。栽培情報の入力には、圃場の情報が必要であり、初期設定処理後に利用可能となる。上述のメイン画面1aで、栽培情報入力ボタン1dをタッチすることで、作物管理処理の栽培情報入力モードが開始される。

[0171] 次に、起動時のメイン画面（起動画面）1aにおいて栽培情報入力モードボタン1dが選択された際の処理について説明する。図13のフローチャートに示すように、栽培情報入力処理においては、圃場を特定するデータの入力を行うようになっており、例えば、スマホ1の栽培情報入力画面に圃場名

の入力欄が表示され（ステップD1）、ユーザが圃場名を打ち込むことにより、スマホ1から圃場名が管理サーバ10に送信される（ステップD2）。なお、スマホ1は、既に管理サーバ10に対してログインしているので、当該ユーザが所有・占有・担当する圃場名を画面上に表示し、ユーザが選択するようにしてもよい。また、この際には、スマホ1から現在の年月日を示すデータが管理サーバ10に送信さえる。なお、年月日のデータは、現在の年度や西暦や和暦のいずれかが分かるデータであればよく、管理サーバ10側の時計機能により求められてもよい。

[0172] 栽培情報データベース14では、圃場一筆毎で、さらに年度毎に1レコードのデータとして各圃場の栽培情報が登録されており、各レコードは、顧客IDに紐付けされるとともに、圃場を特定可能な上述の圃場の筆シリアルナンバと、年度が紐付けされている。したがって、ログインして顧客IDが認識されているスマホ1から圃場名と年度を示すデータが管理サーバ10に送信されると、管理サーバ10では、農地情報データベース13を参照して、圃場名に対応する圃場が登録されていることを確認し、顧客IDと、農地情報データベース13から抽出した筆シリアルナンバと、現在の年度から栽培情報データベース14の圃場と年度毎に1レコードとして記憶される栽培情報を抽出する。

[0173] 管理サーバ10からは、栽培情報データベース14に上述の顧客IDと筆シリアルナンバと年度とに対応する栽培情報のレコードが有るか否かがスマホ1に送信される。スマホ1では、管理サーバ10からの通知により、上述の顧客IDと筆シリアルナンバと年度とに対応するレコードの有無を判定する（ステップD3）。

[0174] 圃場と現在の年度に対応する栽培情報のレコードがない場合には、新規レコードの作成と登録を行うことになる（ステップD4）。

この場合には、スマホ1から新規レコードの作成が要求され、管理サーバ10で栽培情報データベース14に新規レコードが作成される。

新規レコードが作成時には、新規レコードには、レコード作成時にログイン

して栽培情報入力処理を選択したスマホ1に対応して顧客IDが登録されるとともに、上述の圃場名に基づいて農地情報データベース13上の筆シリアルナンバが登録され、さらに現在の年度が登録される。通常、年初に新規レコードが作成され、その際に既に決定されている情報として、例えば米品種が入力される。この新規レコード作成時に登録される顧客ID、筆シリアルナンバ、年度によって、これ以降栽培情報データベースで栽培情報を検索可能となり、適切な時期に未入力の栽培情報の入力を行うことが可能となる。

[0175] 上述の顧客ID、筆シリアルナンバ、年度の情報に対応する栽培情報のレコードがあった場合には、管理サーバ10で該当する栽培情報のレコードが栽培情報データベース14から抽出され、スマホ1にレコードが送信されることになる（ステップD5）。

[0176] 栽培情報の新規レコードが登録された場合と、栽培情報のレコードが抽出された場合に、スマホ1には、レコードを受信した状態となっており、レコードの栽培情報でデータを入力すべき各基本項目にデータ入力されているかがチェックされる（ステップD6）。なお、入力すべき項目は、予め設定された後述の基本項目である。また、このチェックは、スマホ1ではなく、管理サーバ10で行ってもよい。例えば、最初に新規レコードが作成された場合には米品種、坪面積当たり株数などの情報が入力項目として要求される。その後は、時期に応じて入力が必要な項目の入力を促すメッセージを画面上に出力する。

[0177] 栽培情報データベース14で入力すべきデータの基本項目は、米品種と、坪面積当たりの株数、植付日、出穂日予測、収穫日、収量（Kg）、単位面積当たり収量（Kg/m²）、等級、平均水分量（%）、平均タンパク質量（%）である。米品種とは、例えば、コシヒカリ、あきたこまち等の品種である。なお、ここでは、上述のように作物を米としているが、作物が米以外の場合に、作物の品種が登録される。

[0178] 坪面積当たりの株数とは、例えば、植付の際に一束ずつ植えられた苗の束の単位面積当たりの数に相当するものである。一株には、複数の稲の茎が含

まれており、この一株当たりの茎数は、苗の段階から順次増加する。植付日は、田植えの日であり、作物管理システムで農作業を管理する上では、栽培情報を植付日前後に入力して稲の栽培を管理することが好ましい。

[0179] 出穂予測日は、稲において出穂が予測される日であり、地域と植付日とに基づいて決定される。基本的には、地域の自治体や農協において予測が行われており、各地域の農業従事者が知ることが可能である。なお、地域と植付日とにより、管理サーバ10で自動入力するようになっていてもよい。

収穫日は、実際に収穫された日以降に登録することになるので、入力すべきデータの項目であるが、実際に栽培している間は入力されていない。なお、収穫日のデータは、栽培情報の今年度より前の年度のデータとして残ることになり、過去の情報として翌年以降の栽培に利用可能である。また、栽培情報データベース14では、収穫後に確定するデータを入力するようになっており、収量(Kg)、単位面積当たり収量(Kg/m²)、等級、平均水分量(%)、平均タンパク質量(%)等のデータは、収穫後に行われる検査の後に入力される。

[0180] 栽培情報データベース14には、上述の基本項目の情報に加えて、行った農作業が記憶されるようになっており、例えば、肥料を施した日や農薬を散布した日と関連付けて施した肥料を示す実施項目コードと施した量や、農薬を示す実施項目コードと散布した量を入力可能となっている。栽培情報データベース14では、農作業の実施項目として、各種肥料や各種農薬毎に、コードが設定されており、肥料や農薬を実施項目のコードで特定可能である。なお、農作業は、肥料や農薬に限られるものではなく、各種農作業を含ませることができ、農作業のコードを設定すればよい。農作業としては、田圃への水の出し入れや、米以外の作物への灌水の際の水量や、草取りや、果実への袋かけなど、実際に行われる農作業の全てを登録可能とすることができる。

[0181] スマホ1では、上述の入力すべき項目のチェックで入力すべき項目があったか否かが判定される(ステップD7)。なお、上述のようにチェックが管

理サーバー 10で行われた場合にチェック結果の判定も管理サーバー 10で行われる。

[0182] 入力すべき基本項目で栽培情報が未入力の項目がある場合に、スマホ 1上に基本項目の入力画面が表示され、未入力の項目に栽培情報が入力可能となる（ステップ D8）。基本的には、収穫日は、栽培中は未入力であり、収穫されるまで、基本項目の入力画面が表示されるが、基本項目の入力画面をスキップすることが可能となっている。また、栽培情報の圃場毎のレコードが新規登録された場合には、未入力の基本項目があり、栽培情報の基本項目を入力することになる。

[0183] 基本項目が入力された場合、基本項目の入力がスキップされた場合、入力すべき基本項目がない場合に、上述の農作業の項目を入力するための栽培情報入力画面がスマホ 1に表示される（ステップ D9）。スマホ 1において、農作業の情報が入力可能になり、農作業の入力欄に実施した日付、実施項目のコード、実施した内容に係わる数値（例えば、肥料、農薬、水等の量）が入力可能となる（ステップ D10）。

[0184] なお、栽培情報の入力においては、スマホ 1の栽培情報入力画面に各栽培情報の入力欄が表示され、ユーザにより上述の実施項目のコード等の栽培情報の入力が行われる。入力欄に栽培情報が入力されると、スマホ 1から管理サーバ 10に入力された栽培情報が送信され、管理サーバー 10の栽培情報データベース 14に栽培情報が入力される（ステップ D11）。

[0185] 次に、起動時のメイン画面（起動画面）1aにおいて測定判定モードボタン 1cが選択された際の処理について図 14のフローチャートを参照して説明する。本実施の形態において、作物の生育状態を測る指標として葉の換算葉色値と、作物の草丈と、一株中の莖数を測定している。作物の草丈は、作物の生育状態を示すものであるが、例えば、米のように葉や莖ではなく、穀物として実を収穫する場合に、草丈と収穫量が比例するわけではない。特に稲では、草丈が高く成り過ぎると、倒伏する確率が高くなり、実の収穫量や品質に悪影響を与える。

[0186] 葉色値は、基本的には、葉緑素濃度に依存し、葉緑素濃度は窒素量に依存する。すなわち、肥料としての窒素量が十分ならば葉色値が大きい値となり、窒素量が不十分ならば葉色値が小さい値となる。葉色値の場合も、十分な濃さを示す状態よりもさらに濃くなっても米の収穫量等に好影響を与えとは限らず、基本的には葉色値、すなわち、緑色の濃さが適度な濃さとなっていることが好ましい。各品種と時期に対応する葉色基準値は、例えば、高品質の米の多くの収穫に好適な葉色値を示すものである。一株中の茎数は、上述のように植付後に増加し、茎数の増加により、肥料等の必要量が増加することになる。

[0187] 上述のようにスマホ 1 のメイン画面 1 a に表示された測定判定ボタン 1 c を押すと、作物管理処理の測定・判定モードが開始される。図示されていないが、最初にユーザは圃場を選択する。これは、画面上にユーザの圃場一覧画面を表示しユーザがタッチして選択することにより決定される。圃場が選択されることによりサーバ上の農地情報 D/B と測定ポイント D/B が検索され、圃場の情報と測定ポイントの情報が取得され、画面上に選択された圃場の形状が表示されその上に測定ポイントの位置が表示される。以降の作物管理処理の測定・判定処理は選択された圃場の測定ポイントの数だけ行われるようになっている。ユーザがまず測定ポイントをタッチして選択すると、スマホ 1 では、換算葉色値の測定の前に、稲の草丈の入力欄と、一株当たりの茎数の入力欄が表示される。これによりユーザがスマホ 1 上で、稲の草丈と一株当たり茎数を入力すると、スマホ 1 でこれら草丈と茎数が記憶される（ステップ E 1）。

[0188] 次に、スマホ 1 に接続されたカメラ 3 0 により稲の葉を撮影することで、葉の画像データをカメラ 3 0 からスマホ 1 に入力する（ステップ E 2）。この際には、外光が遮られた状態で LED の照明光により葉が撮影される。これにより外光の影響を抑制することができるとともに、LED 照明での撮影に当たって葉の表面からの直接の反射光を偏光板で抑制することで、近い位置からの LED 照明に対する反射光が白く写るのを防止する。指定された測

定ポイントで撮影できるように、撮影前にスマホ上に現在地と測定ポイントを示す地図を表示してユーザを正確な位置に誘導してもよい。あるいは、「少し前方に○m」「斜め前に○mです」という音声案内を行ってもよい。

[0189] スマホ1においては、撮影データの入力に対応して内部のGPS機能から現在の位置の緯度と経度とを読み取るとともに、内部の時計機能により現在の時刻（年、月、日を含む）を読み取り、画像データに関連付けて位置と日時とを記憶する（ステップE3）。なお、読み取った現在の位置の緯度と経度が現在選択されている測定ポイントから1m以上離れている場合は入力ミスとしてエラーメッセージを出力する。あるいは、当該圃場に登録されたいずれかの測定ポイントから1m以内にあると判断された場合は、測定ポイントの入力ミスがあったものとして、入力された測定ポイントを当該最も近い測定ポイントとして以下の処理を行うようにしてもよい。

[0190] また、スマホ1は、天気の情報を出力しているサイトにアクセスし、上述のGPSにより読み取られた現在地を含むか近傍となる地域の現在の天気を読み取る（ステップE4）。次に画像データから換算葉色値を算出するための画像解析を行う（ステップE5）。基本的には、上述のように画像データからR・G・B・Grayの各値の代表値を求める処理を行う。なお、この処理は、例えば、カメラ30で行うものとしてもよいし、スマホ1で行うものとしてもよい。

[0191] 次に求められたR・G・B・Grayの値と、換算葉色値を上述の相関式を用いて算出する（ステップE6）。ここで、換算葉色値は、SPAD値との相関から求めており、SPAD値と近似する値となっている。この換算葉色値（SPAD換算値）は、SPAD値として利用可能であるとともに、カラスケールで想定されるカラスケール換算値にも変換可能である。基本的に地方自治体や農協等が提供するデータでは、カラスケール値とSPAD値が用いられており、画像データから求められた換算葉色値（カラスケール換算値とSPAD換算値）を用いて提供されたデータによる判定が可能となる。

[0192] 換算葉色値の1つの測定ポイントにおける測定が終わると図15に示すように、スマホ1の画面5b(1)(測定表示モード画面)に、測定結果の表示が行われる。なお、ホッチキス状のカメラ30の葉を挟んでスイッチ35がオンとなることにより、撮影が自動で行われる。この際にカメラ30が接続されたスマホ1でシャッター音が出力されるとともに、振動(1秒間)が発生するようになっている。

[0193] 画面5b(1)には、撮影された画像データの表示5cが行われる。この表示5cは、葉の表面を示すもので、例えば、換算葉色値を示唆する緑のカラー画像である。また、画面5b(1)には、画像データの色の平均値(代表値)としてのR、G、B、グレイ(Gray)の値の表示5dと、これらの値から算出されたSPAD換算値の表示5eと、SPAD換算値から換算されたカラースケール換算値の表示5fとが行われる。また、1つの測定ポイントで設定された回数だけ測定を行って各測定ポイントのSPAD換算値とカラースケール換算値の平均を求めるようになっており、撮影すべき設定された回数から撮影回数を除算した残り撮影回数の表示5gが行われるようになっている。また、画面5b(1)には、シャッターボタン1hが表示されており、葉を挟んでスイッチ35をオンとしなくとも、画面5b(1)のシャッターボタン1hに指をタッチさせることでも、撮影が可能となっている。これにより、葉のように薄い形状以外の作物としての根菜や果物等の表面の撮影も可能となる。

[0194] 図16に示すように1つの測定ポイントで設定された回数の撮影が終わると、スマホ1に測定結果表示1iが行われる。この表示では、設定された測定回数の各測定における測定値としてのSPAD換算値とカラースケール換算値が表示されるとともに、これらの平均値が測定される。なお、平均する前の測定値に異常値があるような場合に、再測定を行うことも可能であり、例えば、1つの測定値をタッチして、画面上の変更をタッチすると、再撮影が可能になる。問題がなければ、登録をタッチすることで、測定値と平均値等のデータが管理サーバ10に送信されて記憶される。なお、測定者が測定

時に気付いた点をコメントとして記載可能であり、データの登録時にコメントも記憶される。

[0195] 次に、管理サーバー 10 に上述のように入力された位置と月日のデータを送信する。管理サーバー 10 では、稲の品種と位置と月日に基づいて葉色基準値データベース 16 から葉色基準値を抽出し、スマホ 1 に送信する。スマホ 1 では、葉色基準値を得ることができる（ステップ E 7）。

なお、本ステップ E 7 において、スマートフォンにカメラが有線あるいは無線で接続された際にカメラ内部のメモリに記憶されたカメラのシリアルナンバーを取得し、サーバに上記データを転送する際に同時に転送するようにし、サーバでは受信したカメラのシリアルナンバーとユーザ情報 D/B に格納されたカメラシリアルナンバーとを比較して一致しない場合に不適切なアクセス要求としてスマートフォンに回答し、スマートフォンではエラーメッセージを出力しその後の処理を行わないようにしてもよい。これにより、不適切なアクセス、不適切なカメラによる画像および SPAD 換算値のサーバへの登録を防止でき、次年度の葉色基準値の適正な決定を行うことができる。

[0196] 葉色基準値データベース 16 には、品種と日付に対応付けて標準（基準）の葉色値である葉色基準値が図 14 のグラフに示すように登録されており、品種と日付を入力することで葉色基準値を抽出することができる。スマホ 1 では、測定により画像データから得られた換算葉色値と、葉色基準値データベースから得られた葉色基準値とを比較する（ステップ E 8）。なお、ここで葉色値は、値が大きいほど色が濃いものである。

[0197] 比較結果は、測定値と基準値が略同じで基準値に対して測定値が許容範囲の場合（ステップ E 9）と。許容範囲を越えて基準値より測定値が大きい場合（ステップ E 10）と、許容範囲を越えて基準値より測定値が小さい場合（ステップ E 11）となる。

[0198] 基準値と測定値が許容範囲内の場合は、栽培されている稲の換算葉色値が葉色基準値と略等しいので、順調に生育していることになり、例えば、スマホ 1 で稲の生育が順調であることを示す表示が行われる（ステップ E 9）。

測定値が許容範囲を越えて基準値より大きい場合、すなわち色が濃い場合には、窒素肥料が過多である可能性が高く、スマホ1で肥料を控えたり、稲の状況を観察したりするように、注意を喚起する表示が行われる（ステップE10）。測定値が許容範囲を越えて基準値より小さい場合には、窒素不足が考えられ、窒素肥料を施すことが好ましく、肥料の量を決定するために測定値と基準値を用いて管理サーバ10の農業・肥料データベース17を検索する（ステップE11）。この場合には、換算葉色値の測定値と基準値に加えて稲の品種、圃場の地域、植付日、現在の日付等を入力する。農業・肥料データベース17には、品種と地域毎に、基準値と測定値の差と、植付日から現在までの経過日数と、施肥量とのテーブルデータが記憶されている。テーブルデータでは、基準値と測定値の差と、植付日からの経過日数とから施肥量が求められるようになっている。

[0199] 施肥量は、設定された種類の肥糧の圃場の単位面積当たりの重量となっている。農業・肥料データベース17から抽出された施肥量は、例えば、農地情報データベース13に登録された面積が乗算される。これにより、単位面積当たりの施肥量と、一圃場当たりの施肥量が算出される。この場合に、栽培情報データベース14の単位面積（坪）当たりの株数と、測定値データベース15の株当たりの茎数、草丈等のデータに基づいて施肥量を補正するものとしてもよい。例えば、茎数と草丈とは、月日に対応して基準値を設定し、株数も基準値を設定し、茎数と株数が基準値より多い場合には、施肥量を増加するように補正し、草丈が高い場合には、施肥量を減少するように補正するものとしてもよい。

[0200] 決定された単位面積当たりの施肥量と一圃場当たりの施肥量は、例えば、管理サーバ10で算出され、スマホ1に送信されて（ステップE12）、スマホ1で表示される（ステップE13）。なお、表示された施肥量データに基づき実際に施肥を行った場合には、前述の栽培情報入力モードを選択して施肥の実施について記憶することとなる。上述のような測定値と基準値との比較結果に基づいた処理が終了した際に、測定された各種値を測定値デー

データベース 15 に圃場毎（筆シリアルナンバ毎）に登録する（ステップ E 14）。

すなわち、測定値データベース 15 には、顧客 ID、筆シリアルナンバ、撮影日時、測定場所（GPS）、天気、気温、カラー画像、換算葉色値（換算した測定結果）、基準値、草丈値、一株当たり茎数、R 値、G 値、B 値、Gray（Y）値、診断結果等が登録される。

[0201] この測定値データベース 15 に記憶されたデータは、基本的に顧客 ID とパスワードにより認証されたユーザのスマホ 1 から閲覧可能であるとともに、作物管理システムを運営している団体、例えば、地方自治体、農協、農業法人等の端末 60 から閲覧可能であり、データを利用可能となっている。この場合に複数のユーザの各圃場のデータを見比べることが可能となる。

[0202] ユーザのスマホ 1 から閲覧可能な画面表示について説明する。測定値データベース 15 のデータを用いた処理に、上述の作物管理処理の葉色値履歴表示モードがある。上述のようにメイン画面 1a で、葉色値履歴表示ボタン 1e を押すと、図 17 に示すように、測定値の過去のデータ（履歴）と基準値の過去のデータ（履歴）とを比較可能な画面が表示される。

[0203] この場合に時の経過に伴って変動する基準値と測定値の両方を見ることができるので、例えば、基準値より測定値が低い状態で施肥量を増加させた場合に、その後も測定値が基準値に至らない場合や、略基準値に至る場合や、基準値を越えてしまう場合などの観察が可能になり、これらのことから測定値と基準値との差に対する最適な施肥量を求めることなどが可能となる。なお、図 17 においては、栽培情報データベース 14 に登録された施肥や農薬散布の日付と肥料や農薬の使用量が表示されるようになっている。これら施肥や農薬散布の表示は、それらを行った日付に対応してグラフの時間軸上に表示される。これにより、肥料や農薬による測定値への影響を容易に確認できる。

また、本画面においては、図 17 のグラフの背景の色を、換算葉色値（SPAD 換算値）の測定値と基準値との差の変化に対応して変化させるように

表示している。すなわち、グラフの背景を時間軸の所定期間毎にブロックに分け、各ブロックの背景色を測定値と基準値との差の値に対応して予め設定された色にして表示する。これにより、測定値と基準値との差を視覚的に確認できる。この際、測定していない時期の色は前後の測定日の色から補完して推測して着色することが好ましい。この際に基準値もグラフの上方あるいは下方に帯として表示し、グラデーションとして表現することにより、基準値と測定値の相違を色の相違により視覚的に認識できる。

[0204] また、ユーザにより選択された圃場について、全ての測定ポイントについて測定算出されたSPAD換算値のデータと、ユーザが圃場全体を上方からスマホ1のカメラ機能で撮影した画像を用いて、スマホ1の画面上に圃場の外形形状を表示し、測定ポイントごとのSPAD換算値の測定値と基準値を表示し、測定ポイント毎のSPAD換算値と圃場撮影画像に表された色彩状況から圃場全領域のSPAD換算値分布を推測し、基準値との差を色分けして塗りつぶし表示した画像を表示したものを図18に示す。ここでは、スマホ1で撮影された画像中の圃場を認識させる。この際には、スマホ1のGPS等による位置測定機能により圃場の撮影位置を決定するとともに、圃場の形状を畦等により画像認識させ、かつ、上述の圃場の形状の頂点位置から圃場の範囲を認識させる。なお、ユーザがスマホ1の画面上で撮影された画像上の圃場の範囲を入力するものとしてもよい。この場合には、例えば、圃場の画像上で上述の形状の頂点位置をタッチすることで、圃場の範囲を入力する。

[0205] 次に、スマホ1では、画像データ上で上述のように測定を行った測定ポイントの位置を設定する。この場合に、上述の測定ポイントの緯度と経度を用いる。圃場の画像データにおいて、画像上の色の違いで圃場を複数のエリアに区分けする。この際には、例えば、画像データのRGBの各値やRGBから求められる色差や輝度等に係わる値のうちのSPAD値と相関性が高い値を用いる。例えば、Gの値やRGBの値から求められる輝度に係わるGrayの値を用いてもよい。また、各画素のRGBの値やGrayの値から上述

の相関式により仮のSPAD換算値を求めて用いてもよい。

[0206] 上述の値（例えば、Gの値）を用いて各エリアに区分けする方法は、例えば、任意の方法を用いることができ、各測定ポイントにおける画像データ上のGの値をソートして値の大小の順に並べ、隣り合うGの各値の中間の値を閾値として、各測定ポイントのGの値が含まれるGの値の範囲を閾値毎に区切られた範囲として設定し、画像データの各画素のGの値に基づいて各画素を各範囲毎のエリアに区分けする。

[0207] 区分けされた各エリアは、含まれる測定ポイントの測定値と基準値との差の値の大小により色分する。また、基準値との差ではなく、圃場全領域のSPAD換算値分布を塗りつぶし表示してもよい。この画面上の、測定ポイントがある場所には×印などの印をそのSPADの測定値とともに表示している。

[0208] 次に、作物管理システムを運営している団体、例えば、地方自治体、農協、農業法人等の端末60に表示される画面について説明する。上述のように端末60では、作物管理サーバー10に登録されているので、例えば、図19に示すように、地図上で作物管理システムに登録されている各圃場の領域を圃場内の全ての測定ポイントの測定値の平均値と基準値との差の違いを色分けして表示するようなことも可能である。この場合に略同じ地域内で基準値とあまり差がない圃場と大きな差がある圃場とを見分けることが可能となり、基準値と測定値との差が大きな圃場のユーザのスマホ1に対して、注意を促すようなメッセージを送ることなどが可能となる。

[0209] また、各圃場の基準値と測定値の差と、各圃場の米の生産量や米の品質等とを比較することにより、米の生産量が高く米の品質が高い圃場の測定値に基準値を近づけることが可能となる。これにより基準値をより適した値に改善していくことが可能となる。なお、図17～図19の色分けは基準葉色値との差を表しているが、換算葉色値（SPAD換算値）の測定値を示す色分け（葉色を直接表現あるいは、換算葉色値に応じた色分け）としてもよい。

[0210] 次に、本発明の第3の実施の形態を説明する。

第3の実施の形態は、第1の実施の形態の植物情報取得システムおよび第2の実施の形態の作物管理システムにおいて、前記色情報や植物情報の異常値を検出して削除するための方法を説明するものである。

[0211] 例えば、熟練した農業従事者が、葉緑素計でSPAD値を測定するような場合には、稲の視覚による色の感じと、測定結果であるSPAD値とから測定結果が異常と判断して測りなおす場合があり、異常に基づく作物管理への影響が排除される可能性が高い。しかし、測定になれていない農業従事者には、異常値を見つけることは、必ずしも容易ではない。そこで、植物情報取得システムおよび作物管システムでは、カメラ30またはスマホ1において、測定される色情報や植物情報の異常値を検知している。

[0212] 本実施の形態において、図32に示す3つの異常の原因に対応する異常値の検知方法では、3つの異常値判定条件のいずれかを満たす場合に異常値としている。第1の異常判定条件は、カメラ30の撮影範囲中の所定範囲で被写体を撮影した場合に、撮影位置がずれて所定範囲の一部が被写体から外れたり、被写体の側縁部に重なったりした場合の異常を判定するものである。ここで、所定範囲は、例えば、2mm×2mmで、180画素×180画素程度の範囲である。したがって、例えば、稲の葉の幅よりは十分に小さいが撮り方によって葉と所定範囲全体が重ならない場合がある。この場合に得られた矩形の所定範囲の画像の四隅のいずれかが被写体からはずれた状態となり、画像の被写体から外れた隅部分が他の部分より暗くなる（色が濃くなる）か、明るくなる（色が薄くなる）。

[0213] したがって、第1の異常値判定条件では、所定範囲の4隅部分の画素からRGB値を取得し、それぞれの隅部分の換算葉色値を求める。ここで、黄色換算値を葉色カラースケールの読み取り値の換算値とした場合に、4隅部分の換算葉色値が1未満、または7を超える場合は、当該測定で得られる所定範囲全体の色情報や換算葉色値を異常値と判定する。

[0214] すなわち、異常値判定条件は、矩形の所定範囲の4隅部分でそれぞれ換算葉色値を求め、当該葉色換算値の1つでも所定の上限値または所定の下限値

を越える場合に、その測定時の測定結果としての換算葉色値を異常値と判定する。図32において、第1の異常値判定条件を説明するための画像においては、1～4までの4つの隅部において、1つの隅部だけ、換算葉色値が7を超えて9以上となっており、所定範囲全体の換算葉色値が異常値と判定される。なお、異常判定に用いるのは、換算葉色値に限られるものではなく、葉色換算値を求めるのに使用された測定結果としてのRGB、GRAY値（平均値）のいずれかを単独または複数組み合わせ、設定された単独または複数の閾値（上限値、下限値）と比較して判定するものとしてもよい。

[0215] 第2の異常値判定条件は、撮像時に十分に遮光されずに外光が入り込んだ場合の異常値を主に判定するものである。本実施の形態では、葉を挟んで遮光して撮影が行われるが、葉の表面が平面ではなく、曲面となっていることで、遮光が十分に行なわれずに、外光が入り込み、画像が正常な場合より明るくなる（色が薄くなる）場合がある。第2の異常値判定条件は、このように画像（色情報）が明るくなった場合を異常として検出するものである。なお、外光は上述の矩形の所定範囲の1側縁部から主に浸入する状態となり、矩形の画像において1側縁部が主に明るくなる。図32の第2の異常値判定条件の項目に示されるように、青Bの輝度値（代表値）が閾値としての75（0～255の範囲）以上となる場合に求められる換算葉色値を異常と判定する。なお、緑の葉を計測する場合に、外光が十分に遮断されている状態と、図32に示すように、外光が入り込んだ状態で、青Bの輝度値の変化が他の色より大きく、外光の有無が分かり易いことから青Bの輝度により異常値を判定する。なお、図32では、各色の平均の輝度値と、異常と判定された場合の輝度値を示すもので、明らかに青Bの輝度の変化量が他の色の輝度の変化量より大きくなっている。

[0216] なお、異常値判定条件として、青Bの輝度値ではなく、他の色の輝度値や、全色（白）の輝度値が閾値を越えるか否かを判定するものとしてもよい。矩形の所定範囲の4つの側縁部の青やその他の輝度値を参照して閾値を越えるか否かを判定するものとしてもよい。

[0217] 第3の異常値判定条件は、葉の汚れ、傷などによるものや、その他の原因による異常値を検知するもので、複数回の測定結果からRGB, Gray値の標準偏差 σ を求め、例えば、 2σ の範囲を越える測定結果としての換算葉色値を異常と判定する。なお、葉色カールスケールや葉緑素計による葉色値の測定においては、例えば、1つの圃場において、10株の稲を選択し、それぞれの株において、展開第2葉の葉色値を測定する場合が多い。そこで、本願実施の形態でも、1度の測定で10個の換算葉色値が得られるようにすれば、標準偏差 σ を求めて、異常値の検出を行うことができる。検出はRGB, Gray値の一つでも上述の範囲を超えた場合に異常判定する。あるいはRGのみ、あるいはRGBの計算値Grayだけを判定してもよい。

[0218] 以下に、図33のフローチャートを参照して、異常値判定処理を説明する。なお、異常値判定処理は、例えば、スマホ1で行われるものであるが、カメラ30に異常値判定処理の機能を設けてもよい。異常値判定処理では、まず、測定回数を設定する（ステップF1）。上述のように一度の測定では、例えば、10回の測定が行われる。

[0219] 次に、カメラ30による測定（撮影）を開始し（ステップF2）、カメラ30による撮影を行う（ステップF3）。実際には、測定開始となって、順次カメラ30から画像信号が入力されるのをスマホ1側で待機している状態で、カメラ30から順次画像信号等が入力してくることになる。入力された画像信号はスマホ1側で記憶される。なお、異常値を除去して再測定を行う場合には、異常値である画像信号等の測定結果を削除した後に新たな画像信号を記憶する。

画像信号から所定範囲の各画素のR、G、B、グレイの値を算出して各画素の代表値としての平均値を求めて色情報とするとともに、色情報から換算葉色値を算出する（ステップF4）。この際に、所定範囲全体の色情報および換算葉色値を求めるとともに、4隅部分の色情報および換算葉色値を求める。なお、各画素の平均値は、例えば、緑Gとグレイを求めればよいが、ここでは、異常値判定のためにさらには青Bの平均値（代表値）を求める。な

お、RGBの平均値の算出は、カメラ30で行ってもよいし、スマホ1で行ってもよい。

[0220] 次に、撮像範囲の矩形の所定範囲の四隅部分の換算葉色値が所定の上限值または所定の下限値を越えているか否かを判定する（ステップF5）。

上限値も下限値を越えない場合には、青Bの平均値が所定の閾値を越えるか否かを判定する（ステップF6）。

ステップF5で、矩形の所定範囲の画像の隅部分の換算葉色値が上限値または下限値を越える場合と、ステップF6で、青Bの平均値が書影の閾値を越える場合に、スマホ1においてエラー表示を行う（ステップF7）。例えば、スマホ1のディスプレイに異常値が発生したことを表示し、再測定を通知する。ユーザは、基本的に設定した回数の撮影が終了するまで撮影を繰り返しており、ステップF5、ステップF6で異常と判定された場合には、測定回数がカウントアップされずに、ステップF7でエラーが通知されて、ステップ3に移行してカメラ30から次の画像信号が入力されるのが待機される。

[0221] ステップF6で青の色情報が正常と判定された場合には、測定回数を1増加させ、測定回数が上述の設定された回数となったか否かを判定する（ステップF8）。設定された回数に達していない場合には、ステップF3に移行して、次のカメラ30の撮影に基づく画像信号が入力した際に画像信号を記憶してステップF4に移行する。

[0222] ステップF8で、測定回数が設定された回数に達した場合には、測定された全ての換算葉色値のRGB、Gray値の標準偏差 σ と平均値を求め（ステップF9）、次に換算葉色値の平均値から例えば 2σ の範囲を越える換算葉色値があるか否かを判定する（ステップF10）。

2σ の範囲を越える換算葉色値がない場合に、これを確認し（ステップF11）、測定された換算葉色値をスマホ1に登録する（ステップF12）。

また、ステップF10で 2σ を越える葉色値があった場合に、異常値があることを示す警告を表示する（ステップF13）。次に、ユーザに対して異

常値を除去した際に、異常値に代る測定値を得るために再測定を行うかボタンの押下等により意思表示させて、再測定を行うか否かを判定する（ステップF 1 4）。ユーザが再測定を行わないことを示す入力を行ったと判定された場合に、ステップF 1 2に移行して、測定結果を全てスマホ1に登録する。なお、上述の 2σ の範囲を越える測定結果を排除してもよいし、登録するか否かをユーザに問い合わせるものとして、登録するか否かをユーザに決めさせてもよい。なお、異常検出はRGB, Gray値の1つでも超えた場合異常判定する。あるいはRGのみ、あるいはRGBの計算値Grayだけを判定してもよい。

[0223] ステップF 1 4において、ユーザが再測定を選択したと判定された場合に、例えば、測定順に番号が付された画像信号等の測定結果のうちの異常値と判定された測定結果の番号を入力する（ステップF 1 5）。次に、ステップF 3に戻ってカメラ30により撮影を行う。この際には、撮影された画像信号等をスマホ1に登録する際に、入力された番号に対応する異常値となった画像信号、色情報、葉色換算値等を削除する。

[0224] このような異常判定処理によれば、ユーザが測定結果が異常か否かを判断しなくとも、スマホ1で異常値か否かを判定して、異常値を削除するので、異常値の判定が困難なユーザでも安心して測定を行うことができる。また、異常値を高い確率で排除できるので、測定結果として換算葉色値の信頼度が高くなり、測定者の違いによる測定結果の差を少なくすることができる。

[0225] 次に、本発明の第4の実施の形態を説明する。

本実施の形態は、上述の植物情報取得システムまたは作物管理システムで、上述のように求められた換算葉色値のスマホ1における表示方法を示すものである。スマホ1には、上述のカメラ30が画像信号や色情報を出力可能に接続されている。なお、色情報は、スマホ1側で画像信号から算出してもよい。

[0226] 図34は、カメラ30で撮影中のスマホ1の表示画面（表示デバイス）102を示すものであり、表示画面102には、カメラ30から出力される画

像信号が上述の所定範囲の動画として表示される撮影動画表示部103と、表示画面102の下側の比較対象表示部104で比較対象となる既に撮影された画像データが静止画（写真）として表示される。また、上述のように設定された回数だけ連続して撮影が行われるので、今回の撮影の前に、既に撮影された静止画が比較対象表示部104がに表示される。ここでは、例えば、上述のように10回の測定（撮影）を一度に行うが、図34では、7回目の撮影時に、6回目の撮影結果となる静止画が比較対象表示部104に表示されている。なお、表示画面102の下部には、葉色カースケールの読み取り値の換算値（葉色値）とSPAD換算値（SPAD値）が表示されるようになっている。したがって、ユーザは、測定結果を数値と色とで認識可能となっている。また、表示画面102の上側には、あらかじめ位置が登録されている圃場名と、圃場内の地区を示す記号が表示される。これは、スマホ1のGPS機能により、位置から圃場名と地区の記号が検索されて表示される。なお、比較対象表示部104には、色ではなく撮影された静止画像を表示してもよい。

[0227] 図35は、図34のスマホ1の表示画面102を通常モードの画面とした場合に、比較モードの表示画面102となっており、さらに比較対象表示部104に加えて第2比較対象表示部105が表示されるようになっている。第2比較対象表示部105には、スマホ1あるいはデータ管理サーバー10などの外部データベースに登録されている他の圃場や、異なる年度の色情報（RGB値の代表値）の色や、画像が表示可能となっており、例えば、生育が良い模範となる色や他の圃場の状態の色や画像と現在撮影中の画像とを比較することができる。なお、上述のベタ塗り状態にされる一色の色画像は、例えば、上述の葉色換算値を求める際に撮影された画像データから算出されたRGB値の平均値（代表値）を色としたものである。また、比較対象となる色（RGB値の平均値）のデータは、例えば、地方自治体や農協やその他の組織から提供されるものや、管理サーバ10を運営する組織が本実施の形態におけるカメラ30を用いて収集したものであってもよい。

[0228] 図36は、一度の測定で測定された複数の結果を1つの表示画面102の結果表示部106に表示したものであり、各測定の測定結果として、葉色カラスケールの換算値（葉色値）と、SPAD換算値が複数表示されるとともに、これらに対応して、上述のRGB値の代表値としての色情報が色として表示されている。

これにより、一連の測定結果を数値と色で確認することが可能となり、視覚によっても測定結果を確認することができる。なお、結果表示部106では、手動で異常と思われる測定結果を再測定により変更することができるとともに、測定結果の登録を手動で行うことができる。

[0229] 図37は、複数の測定結果と、比較対象となる過去の測定データ等を静止画（写真）で比較するための表示画面102を示すものであり、表示画面102のデータ比較部107に、測定結果毎に測定結果表示部108に静止画が表示される。また、比較写真表示部108aに、比較対象となる測定データとしての静止画が表示される。ここで比較対象となる静止画は、例えば、1. 同一圃場の前回の測定結果、2. 同一圃場の過去の同一時期の測定結果、3. 別圃場の同一時期の測定結果、4. その地区の基準圃場の同一時期の測定結果、5. その地区の篤農家の同一時期の測定結果、6. その県がその時期に推奨する基準の葉色値等である。なお、6番目は写真ではなく、上述のようなRGBの平均値で示される色である。また、平均値表示部109に、上述の各測定結果としてのRGBの平均値をさらに平均した平均値の色画像が表示されるとともに、基準値表示部110に基準値となるRGB値の色の画像が表示される。基準値となる色とは、例えば、公的機関から供給され、現状で最適な生育状態と思われる色情報である。なお、基準値となる色や換算葉色値は、例えば、過去の結果、公共的な機関からの基準となる指標、その地域の作物の平均値、その地域の優秀な生産者の栽培結果などに基づくものであってもよい。

[0230] 上述のRGBの平均値である色の求め方は、例えば、画像データが計32400画素（180画素×180画素）を持ってる場合に、各画素のRGB

値を算出すると、合計 3 2 4 0 0 個分の R G B の各輝度値が得られる。R G B の各輝度値の合計を画素数（3 2 4 0 0 画素）で割ると平均が求められる。

[0231] なお、測定結果は比較対象となる測定データを上述のような R G B の平均値のベタ塗り状態の色で表示する場合や、測定結果としての R G B、G r a y の平均値から換算葉色値を求める場合に例えばカメラ 3 0 の機種やメーカーが異なる場合に画像処理が異なることになるので、撮像センサ、光源、光学系等の固体差に加えて画像処理のプロセスやパラメータの設定等の違いにより出される画像信号が変化することになる。したがって、正確に撮影対象となる植物の色や色に基づく換算葉色値の比較を行う上では、同じ機種のカメラ 3 0 を上述のように校正して使用することが好ましい。同じ機種のカメラ 3 0 が使えない場合には、上述の校正と同様に同じ色のカラーチップを撮影した場合に機種の異なるカメラであっても略同じ R G B の平均値が取得できるように調整することが好ましい。なお、ディスプレイの機種の違いによって、表示される色が変化するが、同じ機種のディスプレイで比較表示するので、ディスプレイ側の画像処理回路等の調整を行う必要はない。

[0232] 図 3 8 は、時系列で異なる時期の測定結果や、異なる場所の測定結果と、上述の基準値とを同時に表示して比較可能としたものである。表示画面 1 0 2 のグラフ表示部 1 1 2 には、換算葉色値が測定値と基準値とに分けて折れ線グラフとして表示されて、測定値と基準値とが比較可能となっている。また、色比較部 1 1 3 には、同様に基準値と測定値とが上述の色情報の色（R G B の平均値の色）として並べて表示されている。

[0233] これにより、時系列で測定結果と基準値とが表示されている場合には、グラフと色とから状況が良好か、悪化しているか、改善しているか等の判断が可能になる。また、異なる場所に対応して測定結果と基準値とが表示されている場合に、場所ごとに生育状況の良し悪しを判定でき、場所ごとに施肥管理や対応策の検討を行うことが可能となる。

実施例

[0234] 以下に、本発明の実施例として、カメラ30で撮影された画像データのRGBおよびGrayの値と、SPAD値との相関関係に基づく重回帰式を求めるために行った実験を説明する。

図20に示すように、実験条件は、測定期間（データ期間）として、2014年の6月25日から8月18日までの約50日の間に、5回測定を行った。測定日は、6月25日、7月4日、7月11日、7月25日、8月18日の5日であるが、実験条件として、測定期間の後半となる7月11日、7月25日、8月18日だけ測定したパターンも設定した。測定に使用したカメラは、受部材33が無い開発中のものを使用した。受部材33がないため、測定に際しては、葉をテーブルや各種台等に置いた状態でフード34の先端を葉に押し付ける必要があり、稲をその場で測定するのではなく、稲を採取した後に建物内で撮影とSPAD値の測定を行った。

[0235] 測定に際しては、複数の稲田に、複数の試験区を設定し、各試験区から代表となる稲の一株を採取した。なお、測定日によって、サンプルの稲を採取した試験区やその数が異なる場合がある。各稲の株から茎を10本抜き取るとともに、各茎の完全展開第2葉の中央部をカメラで撮影して画像データを取得するとともに、同じ場所で葉緑素計を用いてSPAD値を測定した。SPAD値の測定には、SPAD-502Plus（コニカミノルタ製）を用いた。したがって、1回の試験に際して各試験区で一株の稲の10枚の葉の測定を行った。また、回帰分析に際して、データ処理方法として、一株の稲の異なる葉に対する10回の測定の値をそのまま用いた場合と、一株の稲の10枚の葉の測定の値の代表値として平均値を求め、この平均値を用いて重回帰分析を行った場合とがある。なお、代表値は、上述のように中央値や最頻値等の一般的に代表値として用いられるものを用いることができる。

[0236] また、カメラにおける撮影条件は、以下の4種類とした。開発中のカメラには、白色LED42が3つ搭載されているが、白色LED42を2灯点灯する2灯モードと、3灯点灯する3灯モードとでの撮影が可能であり、撮影時に2灯モードでの撮影と3灯モードでの撮影を行った。また、撮影に際し

、葉を卓上に配置してフード34を押し付けて外光を遮断し、白色LED42の照明で撮影した卓上パターンと、窓に葉をフード34で押し付けた状態で白色LED42を点灯して、葉を透過する外光と、白色LED42の照明との両方で撮影した窓透かしパターンとで撮影を行った。窓透かしパターンでは、外光の影響を受けることになるとともに、反射光だけではなく反射光と透過光の両方で撮影することになる。なお、卓上パターンでは、透過光はなく、反射光だけで撮影される。

[0237] この実施例では、画像解析方法として画像解析に用いたカラーモード（色空間）を、RGB+GrayとHSV+Grayとする。上述のように葉を撮影した画像データの所定範囲の各画素のRGBの各値とGrayの値またはHSVの各値とGrayの値を説明変数（独立変数）とし、SPAD値を目的変数（従属変数）として、重回帰分析を行った。なお、重回帰分析を行う前に上述のカラーモードとしてRGB+Grayを用い、測定方法が2灯卓上であり、かつ、一株の稲の10枚の葉の測定結果の平均値を用いて、SPAD値を従属変数とし、RGB+Grayの各値をそれぞれ1つの独立変数として、単回帰分析を行った結果を図21のグラフに示す。

[0238] 図21のグラフにおいて、横軸がSPAD値であり、縦軸がRGB+Grayの各値（強度）である。また、四角のドットがGであり、菱形のドットがRであり、三角のドットがBであり、丸のドットがGrayである。また、グラフ上の各直線は、上から1番目がGとSPAD値との回帰式（回帰直線）を示し、上から2番目がGrayとSPAD値との回帰式（回帰直線）を示し、上から3番目がRとSPAD値との回帰式（回帰直線）を示し、上から4番目がBとSPAD値との回帰式（回帰直線）を示す。

[0239] SPAD値をYとし、GをXとすると回帰式は $Y = -0.0076X + 0.47$ で、決定係数 R^2 が0.7892である。また、GrayをXとすると回帰式は $Y = -0.0054X + 0.3289$ で、決定係数 R^2 が0.7719である。また、RをXとすると回帰式は $Y = -0.0035X + 0.1794$ で、決定係数 R^2 が0.7461である。また、BをXとすると回帰式は

$Y = -0.0003X + 0.0198$ で、決定係数 R^2 が0.0589である。なお、決定係数 R^2 は相関係数 R の2乗に等しく、寄与率とも呼ばれる。以上のことからRGB+Grayの各値を個別に独立変数とし、SPAD値を従属変数とした場合に、GとGrayとは寄与率が高いか、Bは寄与率が低い。

[0240] そこで、重回帰分析の重回帰式において、RGB+Grayの各値の全てを独立変数とするのではなく、相関が強い変数だけを独立変数として重回帰式を作成することにした。図22に示すように、4つのステップでRGB+Grayの4つの独立変数から独立変数を1つずつ減らして重回帰分析を行った。すなわち、ステップ1として4つの独立変数を全て用いた重回帰分析と、ステップ2として前述の4つの独立変数のうちの有意性を示す t 値の絶対値が最も低い独立変数を除いて3つの独立変数を用いた重回帰分析と、ステップ3として前述の3つの独立変数のうちの t 値の絶対値が最も低い独立変数を除いて2つの独立変数を用いた重回帰分析と、ステップ4として前述の2つの独立変数のうちの t 値の絶対値が最も低い独立変数を除いて1つの独立変数を用いた回帰分析とを行った。

[0241] これら4回の（重）回帰分析において、相関係数 R 、補正（自由度調整済決定係数） R^2 、説明変数選択基準 R_u を参照して、使用する独立変数を決定する。補正 R^2 は、決定係数 R^2 と同様に寄与率を示すものであるが、決定係数 R^2 は独立変数が増加すると増加傾向となるのに対して、補正 R^2 は、独立変数の数を考慮したものであり、最適な独立変数を判定するのに有効である。また、自由度修正決定係数（補正） R^2 は、決定係数 R^2 よりも小さく1以下の値となり、マイナスもあり得るものとなっている。

[0242] また、説明変数選択基準 R_u は、有効な独立変数（説明変数）かどうかを判断するための指標であり、上述の各独立変数の組み合わせで重回帰分析を行った場合に、 R_u が大きいほど有効と判定できる。また、上述の t 値は、回帰係数の有意性を示すもので、図24に示す係数を同じく図24に示す標準誤差で割ったもので、目的変数への影響度を意味する。 t 値の絶対値が2

より小さい場合は統計的にはその説明変数は目的変数に影響しないと判断される。t 値は理論的に、－無限大から＋無限大の値をとる。t 値の絶対値が大きいほど、t 値に対応する独立変数を重回帰式に取り入れることが有効であることを示している。

[0243] 図 23 は、図 20 に示す実験条件のうちの照明が白色 LED 42 を 2 灯用いた 2 灯モードで、撮影方法が卓上で外光を遮断しての撮影である卓上パターンで、一株当たり 10 枚の葉を測定した場合の 10 回の測定の平均値を用いて重回帰分析を行う場合の各データを示すものである。測定日とサンプルを採取した試験区毎に、測定結果としての画像データの R の平均値、G の平均値、B の平均値および Gray の平均値と、葉緑素計で測定した SPAD 値の平均値が示されている。なお、R の平均値（R 値）、G の平均値（G 値）、B の平均値（B 値）および Gray の平均値（Gray 値）は、1 回の測定で撮影された画像データの所定範囲内の各画素の平均であるとともに、10 枚の葉を用いて 10 回行われた測定の平均である。

[0244] 図 24 には、図 23 に示す SPAD 値を従属変数とし、R 値、G 値、B 値および Gray 値を独立変数として、図 22 に示すステップ 1～4 にしたがって重回帰分析を行った結果を示す。重回帰分析には、Microsoft Excel（登録商標）の分析ツールの回帰分析を用いて行った。

[0245] 図 24 に示すように、R 値、G 値、B 値および Gray 値の 4 つの独立変数で重回帰分析を行った結果、R 値、G 値、B 値および Gray 値の中で上述の各独立変数の有意性を示す t 値の絶対値が最も小さいのは、B 値であった。そこで、ステップ 2 では、B 値を除いて、R 値、G 値および Gray 値の 3 つの独立変数で、重回帰分析を行った。ステップ 2 で t 値の絶対値が最も低いのは、R 値であった。そこで、ステップ 3 では、R 値を除いて、G 値および Gray 値の 2 つの独立変数で、重回帰分析を行った。ステップ 3 で t 値の絶対値が低いのは、Gray 値であった。そこで、ステップ 4 では、G 値を独立変数として回帰分析を行った。

[0246] 図 25 には、上述のステップ 1～4 において用いた 4 つの独立変数の組み

合わせパターンと、各パターンにおけるステップ1～4の（重）回帰分析における相関係数 R 、補正（自由度調整済決定係数） R^2 、説明変数選択基準 R_u を示す。

[0247] ここでは、図25に示すように相関係数 R は、ステップ1の4つの独立変数を用いた場合が少し高いが、補正 R^2 、説明変数選択基準 R_u は、ステップ3の G と $Gray$ の2つの独立変数を用いたものが最も大きくなっている。また、独立変数が多いほど相関係数 R は、高くなる傾向があることから、独立変数が2つのステップ3の相関係数 R は、独立変数4つのステップ1の相関係数 R より少し低くなるが、各独立変数の t 値は、ステップ1よりステップ3の方が高く、各独立変数の有意性は、ステップ1よりステップ3の場合の方が大きくなっている。以上のことから、 $RGB+Gray$ の色空間を用いる重回帰分析においては、独立変数が4より少ない2であり、かつ、補正 R^2 、説明変数選択基準 R_u が最も高くなる、 G と $Gray$ の2つの独立変数を用いるステップ3のパターンを採用する。なお、 $HSV+Gray$ の場合には、独立変数の最適化を行わずに、 H 値、 S 値、 V 値および $Gray$ 値の4つの変数を用いて重回帰分析を行った。

[0248] 図26には、図20に示す実験条件の組み合わせで行われた実験条件の異なる測定結果を用いた重回帰分析における（重）決定係数 R^2 と有意 F とが示されている。有意 F は、回帰式の全ての係数が、0でありそうな確率を表し、約5%未満（0.05未満）ならば、統計的に「回帰式の全ての係数が、0では無い」ということができ。有意 F が0に近ければ、近いほど、回帰式の信頼性は高いことになる。

[0249] また、図27には、図26の実験条件の各組合せに付けられたグラフ横軸名称に対応して、（重）決定係数 R^2 を棒グラフで示したものである。なお、図26に示す有意 F は、全ての実験条件で回帰式の信頼性が高いことを示している。

（重）決定係数 R^2 については、図26の上から1番目で図27のグラフの左から1番目の $HSV-2$ 灯卓上（平均）と、図26の上から3番目で図2

0のグラフの左から3番目のRGB-2灯卓上(平均)とが高い値を示している。図26に示すように、HSV-2灯卓上(平均)は、上述のように卓上で2灯モードにより葉の撮影を行い、色空間の変数としてHSV+Grayを用い、10回の測定結果の平均値を重回帰分析のデータとしたものである。

[0250] また、RGB-2灯卓上(平均)は、上述のように卓上で2灯モードにより葉の撮影を行い、色空間の変数としてRGB+Grayを用い、10回の測定結果の平均値を重回帰分析のデータとしたものである。なお、カラーモードとしてRGB+Grayを用いる場合には、重回帰分析に際して上述のように独立変数として、Gの値と、Grayの値だけを用い、HSV+Grayを用いる場合は、Hの値と、Sの値と、Vの値と、Grayの値の全てを用いている。

[0251] 図28に、HSV-2灯卓上(平均)とRGB-2灯卓上(平均)との重回帰分析結果を示す。基本的に独立変数が多いHSV-2灯卓上(平均)の方が、相関係数R、決定係数 R^2 、補正 R^2 の値が僅かに大きい。RGB-2灯卓上(平均)は、独立変数が2つで、各独立変数のt値が大きなものとなっているのに対して、HSV-2灯卓上(平均)は、独立変数が4つで独立変数がRGB-2灯卓上(平均)の2倍となっているとともに、各独立変数のt値がRGB-2灯卓上(平均)に比較して小さい。

[0252] 上述のように重回帰分析を行った結果、単回帰分析に比べてより高い相関係数を得ることができた。

単回帰分析の場合に、重決定係数 $R^2=0.6171$ (色空間をRGBとするとともにGを独立変数とし、2灯卓上、10点平均、全区間とした条件)であったのに対して、重回帰分析では重決定係数 $R^2=0.87619$ (色空間をRGBとし、独立変数をGとGrayとし、2灯卓上、10点平均、全区間とした条件)となった。

個別データの重回帰分析より、各測定ポイント10点の平均とSPAD値との相関が高いという結果が得られた。すなわち、相関関係の高さは、平均

＞個別データの順となり、2 灯卓上＞3 灯卓上＞3 灯窓すかし＞2 灯窓透かしの順となると考えられる。

そして、2 灯卓上、10 点平均、全区間とした条件で H S V 画像解析または R G B 画像解析で高い相関係数を示した。H S V 画像解析と R G B 画像解析とを比較した結果は、t 値が R G B 画像解析の方が高い値を示している（影響度が高い）。上述のように変数が R G B 画像解析の方が少ない。すなわち、少ない変数で高い相関係数を示していることから、それぞれの要因（独立変数）の影響度が高いことになる。

[0253] 以上のことから重回帰分析に用いるデータとしては、R G B－2 灯卓上（平均）の条件で、R G B 画像解析を用いるものとした。

この際の重回帰式（相関式）は、 $SPAD 値 = -701.166 \times (G \text{ の 平均 値 }) + 785.3087 \times (Gray \text{ の 平均 値 }) + 68.92808$ となる。すなわち、カメラ 30 で 10 枚の葉を撮影した 10 個の画像データのそれぞれの所定範囲の画素の G の平均値（代表値）と Gray の平均値（代表値）を求めて、これらを G の値と Gray の値とした後に、10 個の画像データの G の値の平均値（代表値）と 10 個の画像データの Gray の値の平均値（代表値）を求め、これら G の平均値と、Gray の平均値を上記重回帰式に代入することにより SPAD 換算値（換算葉色値）を求めることになる。なお、必ずしも測定を 10 回行って、10 回の測定結果の平均値を相関式に代入する必要はなく、測定回数を変更してもよい。

[0254] 図 29 には、上述の R G B－2 灯卓上（平均）の条件で取得された画像データの G の平均値と Gray の平均値とから重回帰式により求められた計算値としての各 SPAD 換算値と、上述のようにカメラ 30 で撮影を行った際に葉緑素計で計測された SPAD 値の 10 回の測定結果の平均値とを回帰分析して得られた回帰直線とが示されている。

縦軸が重回帰式から求められた計算結果としての SPAD 値（SPAD 換算値）を示し、横軸が葉緑素計の測定結果としての SPAD 値を示している。また、各ドットは、稲の同じ株の 10 枚の葉に対応する計算結果である S

PAD換算値と測定結果としてのSPAD値とを示すものである。

[0255] 図29に示すように、計算結果としてのSPAD換算値と測定結果としてのSPAD値の相関式は、 $y = 0.8762x + 4.6772$ であり決定係数 R^2 は、0.8762であった。図29における回帰直線と各ドットの最短距離を図30に示すように求めた。図31は、横軸が回帰直線からの各ドットの最短距離を図29のSPAD値で示したものであり、縦軸は、上述の最短距離を0.1の範囲ずつに区切った場合の各区間に含まれるドットの数であり、図31のグラフは度数分布を示すものとなっている。

[0256] 各ドットの回帰直線からの最短距離は、大部分のドットにおいてSPAD値で2以下となっている。なお、3つのドットだけ最短距離が2を超えている。葉緑素計のスペック上の測定精度は、プラス・マイナス1であるのに対して、上述のように各ドットの回帰直線からの最短距離が略2以下であることから、測定精度範囲内に各ドットが分布しているといえることができる。すなわち、葉緑素計のSPAD値との相関性が高いといえることができる。

[0257] なお、使用するカラーモード（色空間）は、RGB+Grayに限られるものではなく、上述のようにHSV+Grayでも良いし、その他の色空間を用いてもよい。また、HSV+Gray等のRGB+Gray以外の色空間を用いる場合も、上述のように重回帰分析においてt値の最も低い独立変数を順次減らしながら、重回帰分析を繰り返し行い。独立変数の数に影響を受けにくい補正 R^2 と説明変数選択基準 R_u とに基づいて、重回帰分析に用いる独立変数を絞り込んでもよい。

なお、上述の各実施の形態や実施例で記載される標準偏差 σ 、閾値や、画像データの画素数に係わる数値や、その他の数値は、記載された値に限定されるものではない。

符号の説明

[0258] 1 スマートフォン（スマホ：携帯端末：ユーザ端末；制御デバイス：常値検知デバイス）

10 管理サーバ

- 1 7 農業・肥料データベース（管理情報記憶デバイス）
- 3 0 カメラ（撮影デバイス、植物情報取得装置）
- 3 3 受部材（遮光デバイス）
- 3 4 フード（遮光デバイス）
- 4 0 レンズ（光学系）
- 4 1 撮像素子（イメージセンサ）
- 4 2 白色LED（光源）
- 5 0 制御回路
- 5 1 画像処理回路（画像処理デバイス）
- 5 2 データ処理回路（画像処理デバイス）
- 5 3 通信回路
- 1 0 1 植物情報取得装置
- 1 3 0 携帯端末

請求の範囲

[請求項1]

撮像素子と、
前記撮像素子に被写体としての植物の像を結ばせるレンズを有する光学系と、
前記撮像素子を用いた撮像の際に前記植物を照らす照明用の光源と、
、
前記撮像素子を用いた撮像の際に外光を遮断する遮光デバイスとを備え、
前記植物を撮像した前記撮像素子から出力される画像信号から得られる前記植物の色の色情報と、前記植物中の葉緑素の量を示す情報との相関関係から前記植物の葉緑素の量を示す情報を出力することを特徴とする植物情報取得システム。

[請求項2]

撮像素子と、
前記撮像素子に被写体としての植物の像を結ばせるレンズを有する光学系と、
前記撮像素子を用いた撮像の際に前記植物を照らす照明用の光源と、
、
前記撮像素子を用いた撮像の際に外光を遮断する遮光デバイスと、
前記撮像素子から出力される画像信号に基づいて、前記植物の色を示す色情報を取得する画像処理デバイスと、
前記色情報と、当該色情報に対して相関性がある前記植物に関する植物情報との相関関係に基づいて前記色情報から前記植物情報を取得する植物情報取得デバイスを備えることを特徴とする植物情報取得システム。

[請求項3]

前記植物情報は、前記植物に含有される所定の成分の含有量の指標となる数値であり、前記植物の色を示す前記色情報は、前記撮像素子で撮像された画像データの各画素の色空間を構成する複数種類の変数の値のうちの1種類以上の前記変数の値で表され、かつ、前記画像デ

一タの所定範囲内の複数画素にそれぞれ対応する当該変数の値を代表する代表値であることを特徴とする請求項2に記載の植物情報取得システム。

[請求項4] 前記植物に含有される所定の前記成分の前記含有量の前記指標となる前記数値を従属変数とし、前記植物の前記色を示す前記色情報としての前記色空間を構成する前記変数の前記代表値を独立変数として回帰分析または重回帰分析を行うことにより、前記独立変数から前記従属変数を算出するための相関式を求めておき、

前記植物情報取得デバイスは、前記相関式を用いて、前記撮像素子から出力される前記画像信号に基づく前記色情報としての前記代表値から、前記植物に含有される所定の前記成分の前記含有量の前記指標となる前記数値を算出することを特徴とする請求項3に記載の植物情報取得システム。

[請求項5] 前記植物情報が所定の前記成分としての葉緑素の前記含有量の前記指標となる葉色値であり、前記色空間が前記変数の種類としてR（赤）、G（緑）、B（青）およびGray（灰色）を有するか、またはH（色相）、S（彩度）、V（明度）およびGray（灰色）を有することを特徴とする請求項3に記載の植物情報取得システム。

[請求項6] 前記撮像素子、前記光学系、前記光源、前記遮光デバイスおよび前記画像処理デバイスを備える植物情報取得装置と、前記植物情報取得デバイスを備える携帯端末とを備え、

前記植物情報取得装置は、前記色情報を送信可能に前記携帯端末に接続されていることを特徴とする請求項2から請求項5のいずれか1項に記載の植物情報取得システム。

[請求項7] 前記植物情報に対応して、前記植物の栽培に関する情報が記憶されたデータベースを有するサーバを備え

前記携帯端末は、無線通信によりインターネットを介して前記サーバとデータ通信可能に接続可能とされ、

前記サーバは、前記携帯端末から前記植物情報を受信した場合に、受信した前記植物情報に対応する前記植物の栽培に関する前記情報を前記データベースから抽出し、抽出された前記植物の栽培に関する前記情報を前記携帯端末に送信することを特徴とする請求項 6 に記載の植物情報取得システム。

[請求項8] 請求項 6 に記載の植物情報取得システムに備えられ、前記植物を撮像して前記植物の色を示す前記色情報を出力することを特徴とする植物情報取得装置。

[請求項9] 撮像素子と、
前記撮像素子に被写体としての植物の像を結ばせるレンズを有する光学系と、
前記撮像素子を用いた撮像の際に前記植物を照らす照明用の光源と、
前記撮像素子を用いた撮像の際に外光を遮断する遮光デバイスと、
前記撮像素子から出力される画像信号に基づいて、前記植物の色を示す色情報を取得する画像処理デバイスとを備える植物情報取得装置を用いた植物情報取得方法であって、
前記色情報と、当該色情報に対して相関性がある前記植物に関する植物情報との相関関係に基づいて前記色情報から前記植物情報を取得することを特徴とする植物情報取得方法。

[請求項10] 前記植物情報は、前記植物に含有される所定の成分の含有量の指標となる数値であり、前記植物の色を示す前記色情報は、前記撮像素子で撮像された画像データの各画素の色空間を構成する複数種類の変数の値のうちの 1 種類以上の前記変数の値で表され、かつ、前記画像データの所定範囲内の複数画素にそれぞれ対応する当該変数の値を代表する代表値であることを特徴とする請求項 9 に記載の植物情報取得方法。

[請求項11] 前記植物に含有される所定の前記成分の前記含有量の前記指標とな

る前記数値を従属変数とし、前記植物の前記色を示す前記色情報としての前記色空間を構成する前記変数の前記代表値を独立変数として回帰分析または重回帰分析を行うことにより、前記独立変数から前記従属変数を算出するための相関式を求めておき、

前記相関式を用いて、前記撮像素子から出力される前記画像信号に基づく前記色情報としての前記代表値から、前記植物に含有される所定の前記成分の前記含有量の前記指標となる前記数値を算出することを特徴とする請求項 10 に記載の植物情報取得方法。

[請求項12] 前記植物情報が所定の前記成分としての葉緑素の前記含有量の前記指標となる葉色値であり、前記色空間が前記変数の種類として R（赤）、G（緑）、B（青）および Gray（灰色）を有するか、または H（色相）、S（彩度）、V（明度）および Gray（灰色）を有することを特徴とする請求項 10 または請求項 11 に記載の植物情報取得方法。

[請求項13] 前記植物情報を取得した後に、
前記植物情報に対応して前記植物の栽培に関する情報が記憶されたデータベースから前記植物情報に対応する前記植物の前記栽培に関する前記情報を抽出することを特徴とする請求項 9 に記載の植物情報取得方法。

[請求項14] 請求項 2 に記載の植物情報取得システムで取得された植物情報を含むとともに、栽培される作物の生育状態を含む前記作物の情報である作物情報と、前記作物情報の取得時期を示す時期情報と、前記作物情報を取得した地域を示す地域情報とを送信するユーザ端末と、
前記ユーザ端末とデータ通信可能で、前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報を受信するとともに、これら情報に紐付けされた作物栽培の管理に係わる管理情報を記憶した管理情報記憶デバイスを有し、かつ、前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報を送信した前記ユーザ端末に、当該作物情報、当該時期情報および当該地域

情報に基づいて前記管理情報記憶デバイスから抽出される前記管理情報を送信する管理サーバとを備えることを特徴とする作物管理システム。

[請求項15] 前記ユーザ端末は、前記作物情報を取得するための情報として、栽培される前記作物の表面の一部を撮影した画像情報を取得するために、前記撮像素子と、前記光学系と、前記光源と、前記遮光デバイスとを有する撮影デバイスを備えることを特徴とする請求項14に記載の作物管理システム。

[請求項16] 前記ユーザ端末から送信され、前記管理サーバが受信する情報に前記作物が栽培される農地の面積に係わる農地情報が含まれていることを特徴とする請求項14に記載の作物管理システム。

[請求項17] 前記管理サーバは、前記ユーザ端末から送信される前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報に基づいて前記管理情報記憶デバイスに記憶された前記管理情報を抽出し、抽出された前記管理情報に単位面積当たりの施肥量の情報が含まれる場合に、当該施肥量の情報と、前記ユーザ端末から送信される前記農地情報に基づいて前記農地の施肥量を算出して前記ユーザ端末に送信することを特徴とする請求項16に記載の作物管理システム。

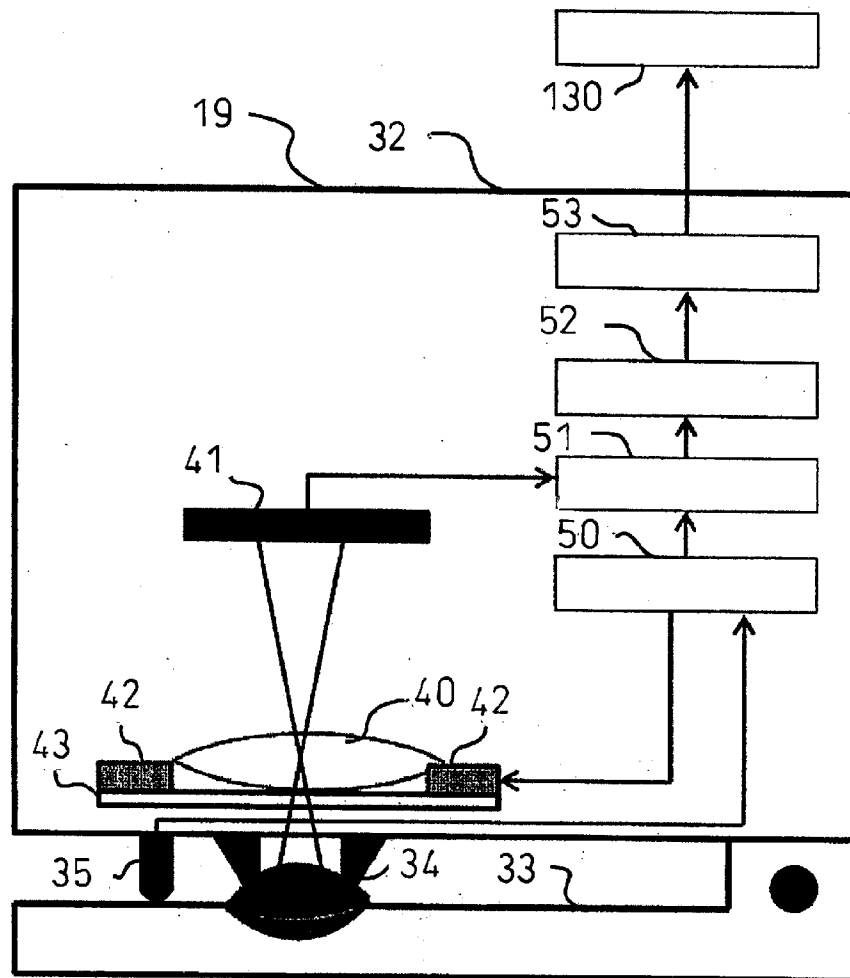
[請求項18] 請求項14に記載の作物管理システムにおける作物管理方法であって、

前記管理サーバは、栽培される作物の生育状態を含む前記作物の情報である作物情報と、前記作物情報の取得時期を示す時期情報と、前記作物情報を取得した地域を示す地域情報とが前記ユーザ端末から受信された場合に、前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報に紐付けされた作物栽培の管理に係わる管理情報を記憶した管理情報記憶デバイスから受信した前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報に基づいて前記管理情報を抽出して当該ユーザ端末に送信することを特徴とする作物管理方法。

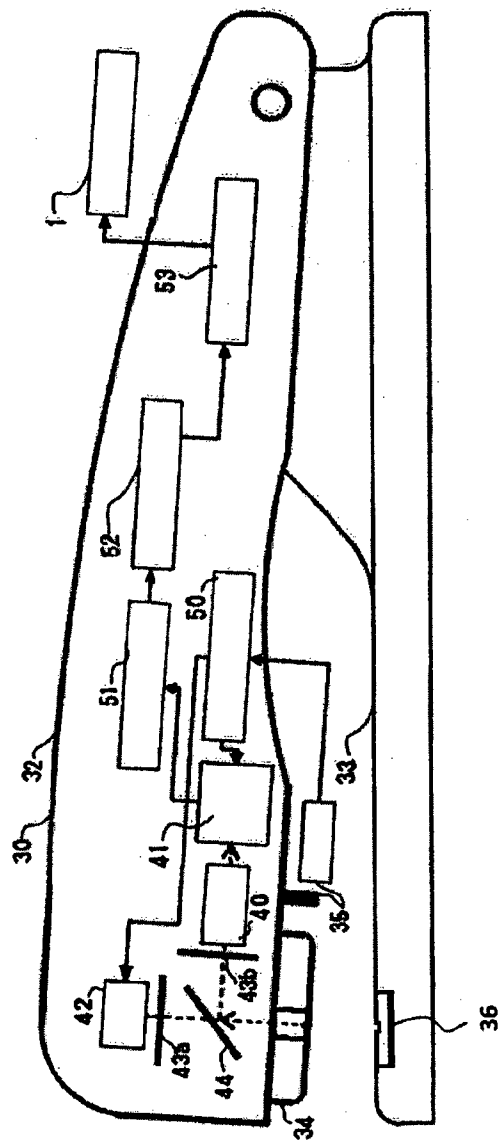
- [請求項19] 前記ユーザ端末は、前記撮像素子と、前記光学系と、前記光源と、前記遮光デバイスとを備えるとともに、前記作物情報または前記作物情報を取得するための情報として、栽培される前記作物の表面の一部を撮影した画像情報を取得するための撮影デバイスを備えることを特徴とする請求項18に記載の作物管理方法。
- [請求項20] 前記ユーザ端末から送信され、前記管理サーバが受信する情報に前記作物が栽培される農地の面積に係わる農地情報が含まれていることを特徴とする請求項5または請求項19に記載の作物管理方法。
- [請求項21] 前記管理サーバは、前記ユーザ端末から送信される前記作物情報、前記時期情報および前記地域情報に基づいて前記管理情報記憶デバイスに記憶された前記管理情報を抽出し、抽出された前記管理情報に単位面積当たりの施肥量の情報が含まれる場合に、当該施肥量の情報と、前記ユーザ端末から送信される前記農地情報に基づいて前記農地の施肥量を算出して前記ユーザ端末に送信することを特徴とする請求項20に記載の作物管理方法。
- [請求項22] 取得された前記色情報または前記植物情報が設定された異常値判定条件を満たす場合に、当該色情報または当該植物情報を異常値とする異常値検知デバイスを備えることを特徴とする請求項2に記載の植物情報取得システム。
- [請求項23] 前記画像信号に基づく画像または当該画像信号から取得された前記色情報を色として表示する表示デバイスと、
前記表示デバイスに前記画像または前記色を表示させるとともに、比較対象となる比較画像または比較色を表示させる表示制御デバイスを備えることを特徴とする請求項2に記載の植物情報取得システム。
- [請求項24] 前記色情報は、前記撮像素子で撮影された所定範囲の画像の各画素の各色に対応する値の各色毎の代表値であることを特徴とする請求項23に記載の植物情報取得システム。

[請求項25] 前記画像処理デバイスは、前記光学系と、前記光源と、前記遮光デバイスを
用い、所定の前記植物情報に対応する校正用被写体を撮像した際に、所定の前記植物情報に
近似する前記植物情報を前記植物情報取得デバイスが取得可能となるように調整されてい
ることを特徴とする請求項2に記載の植物情報取得システム。

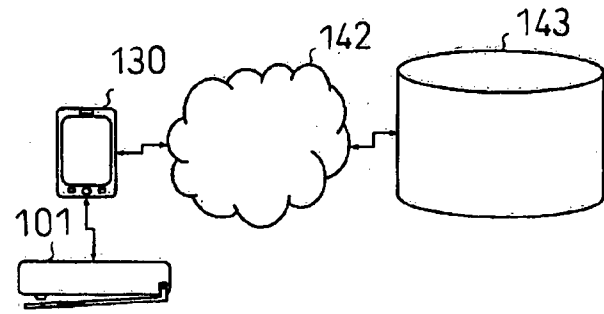
[図1]



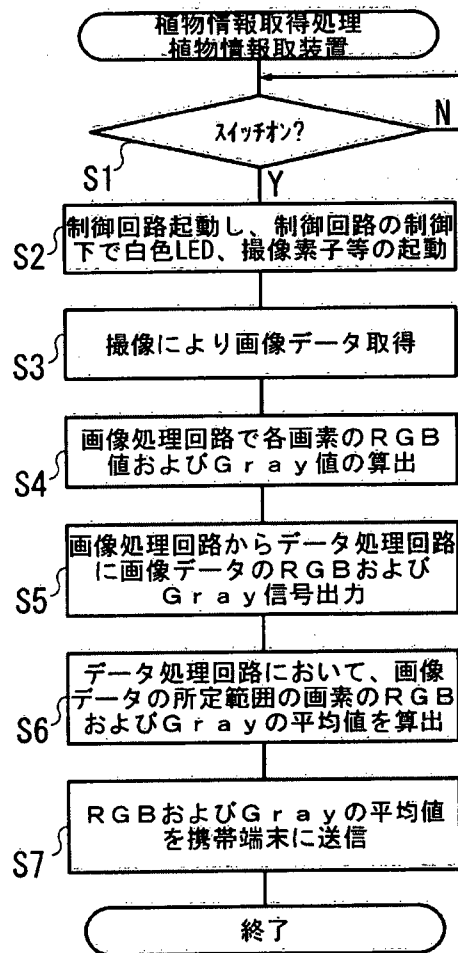
[図2]



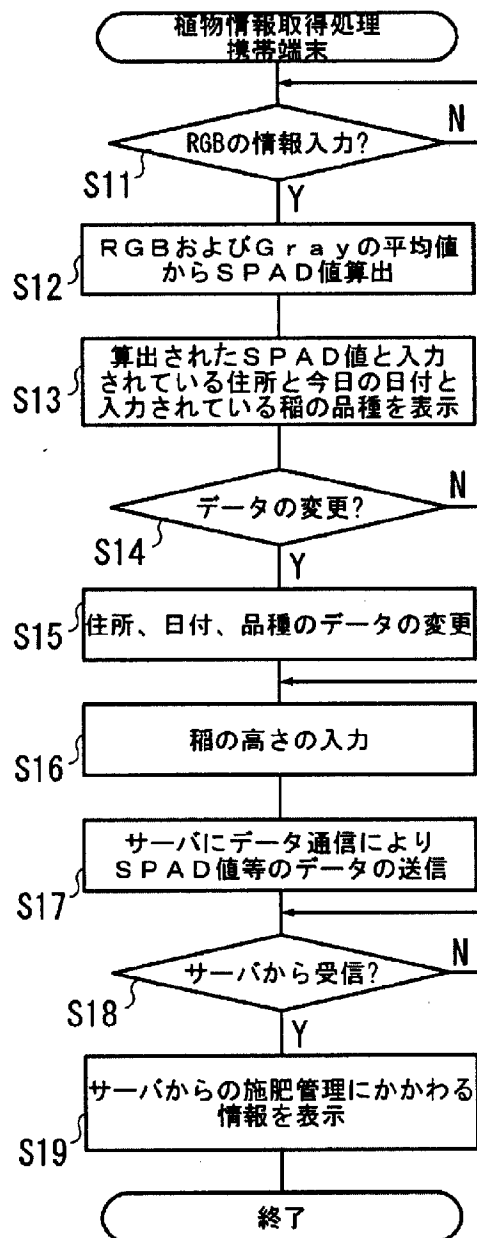
[図3]



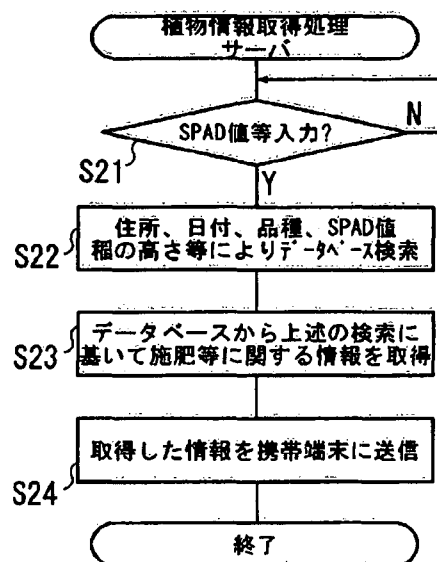
[図4]



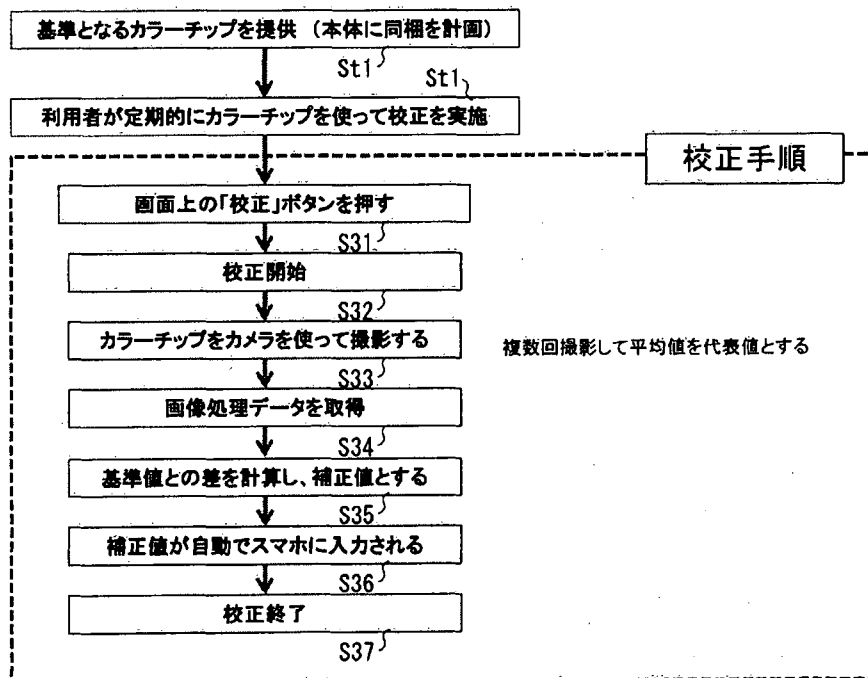
[図5]



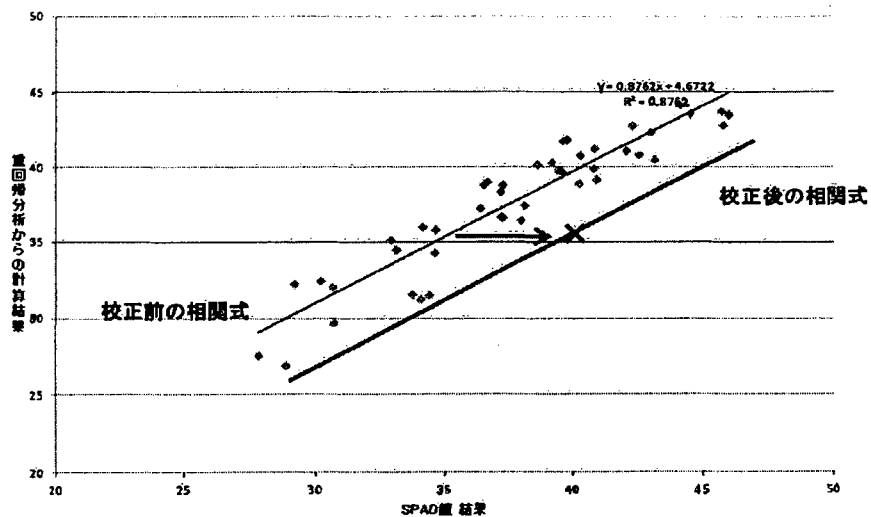
[図6]



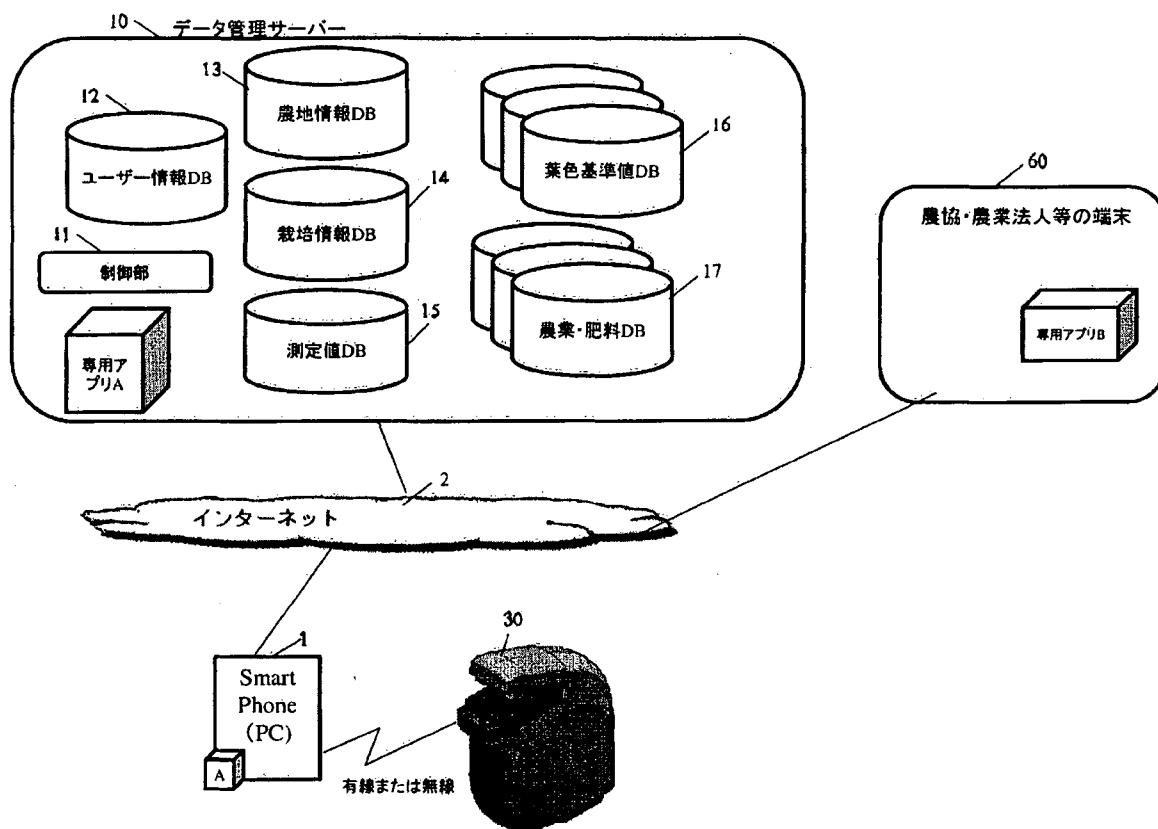
[図7]



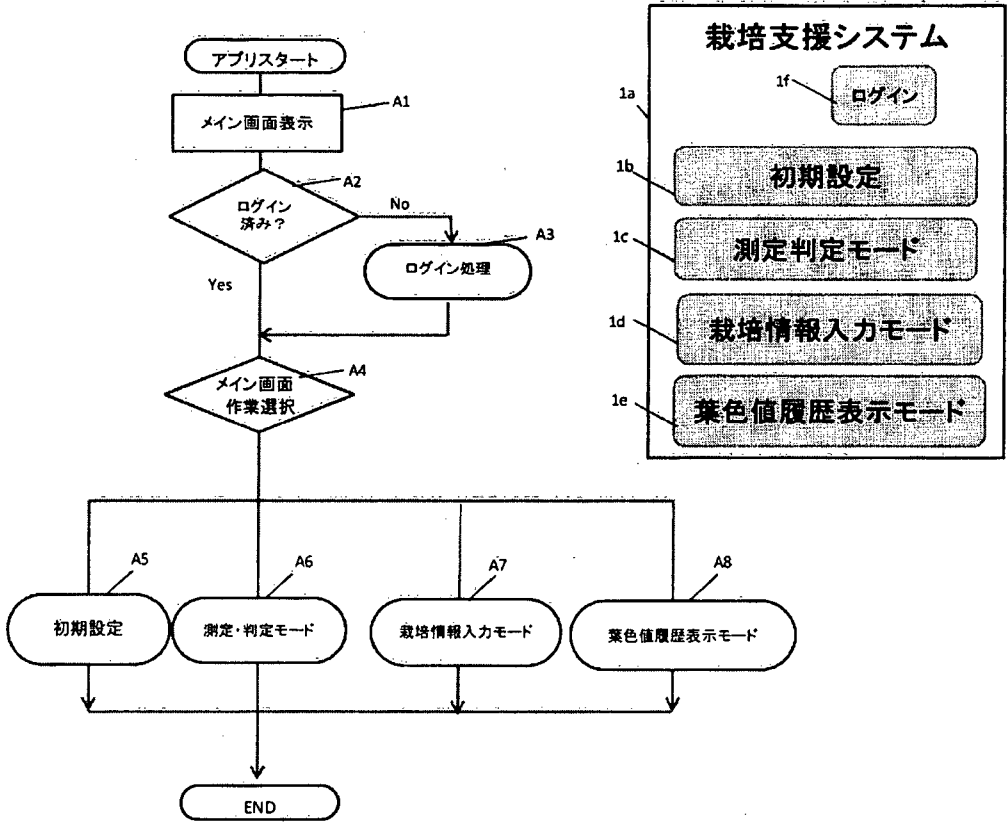
[図8]



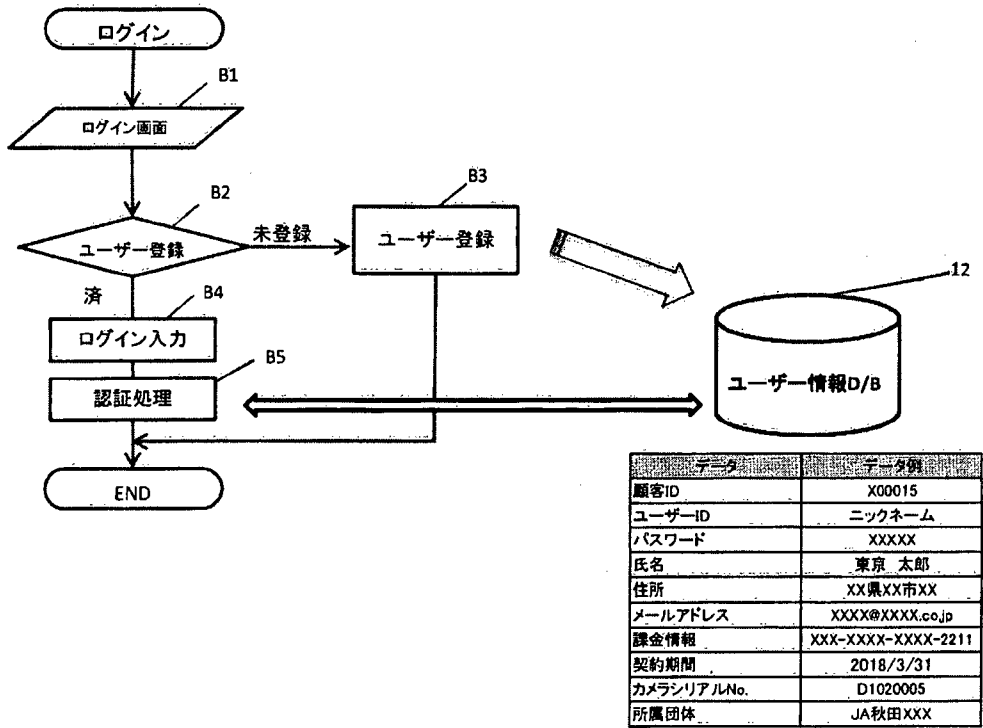
[図9]



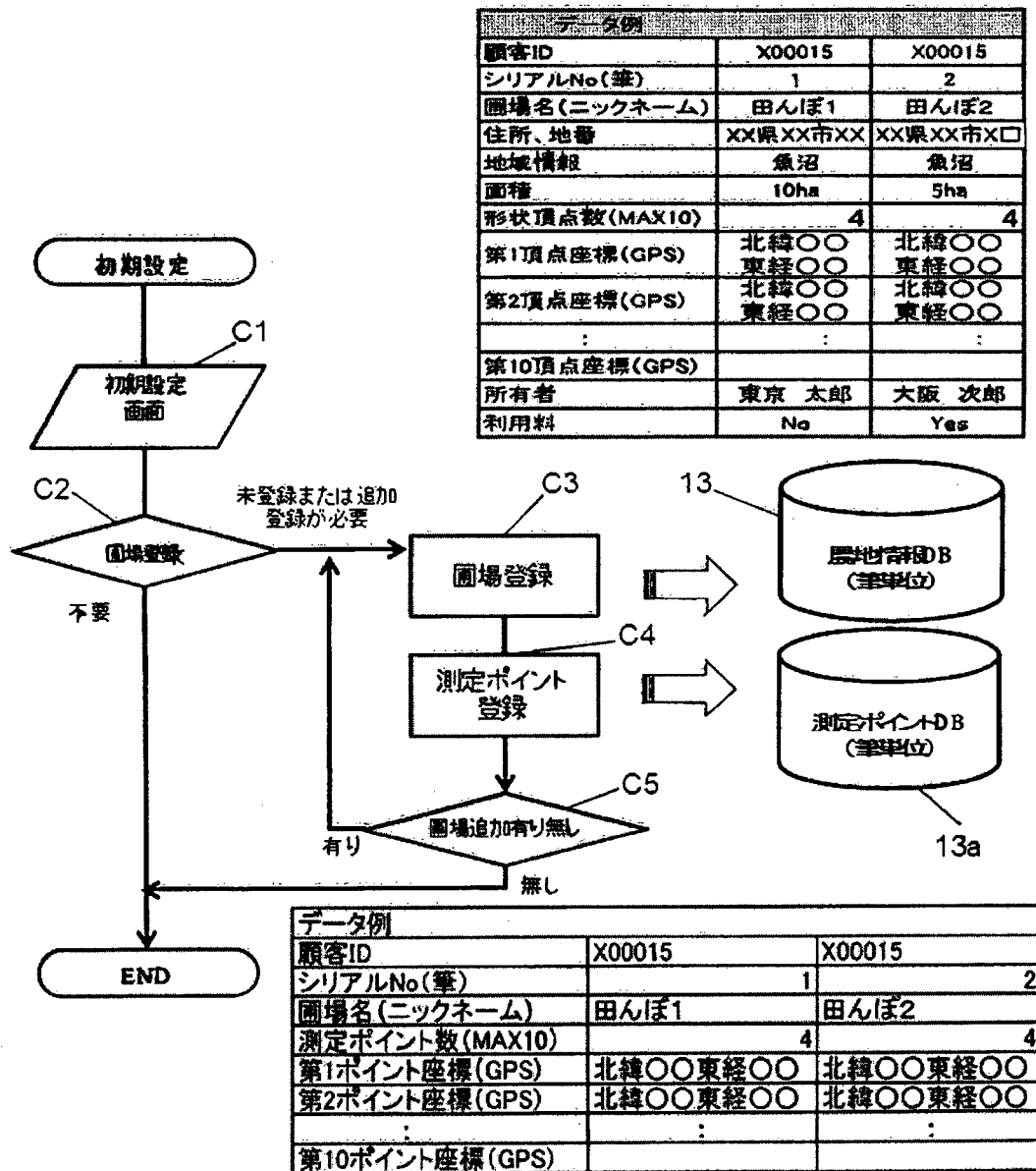
[図10]



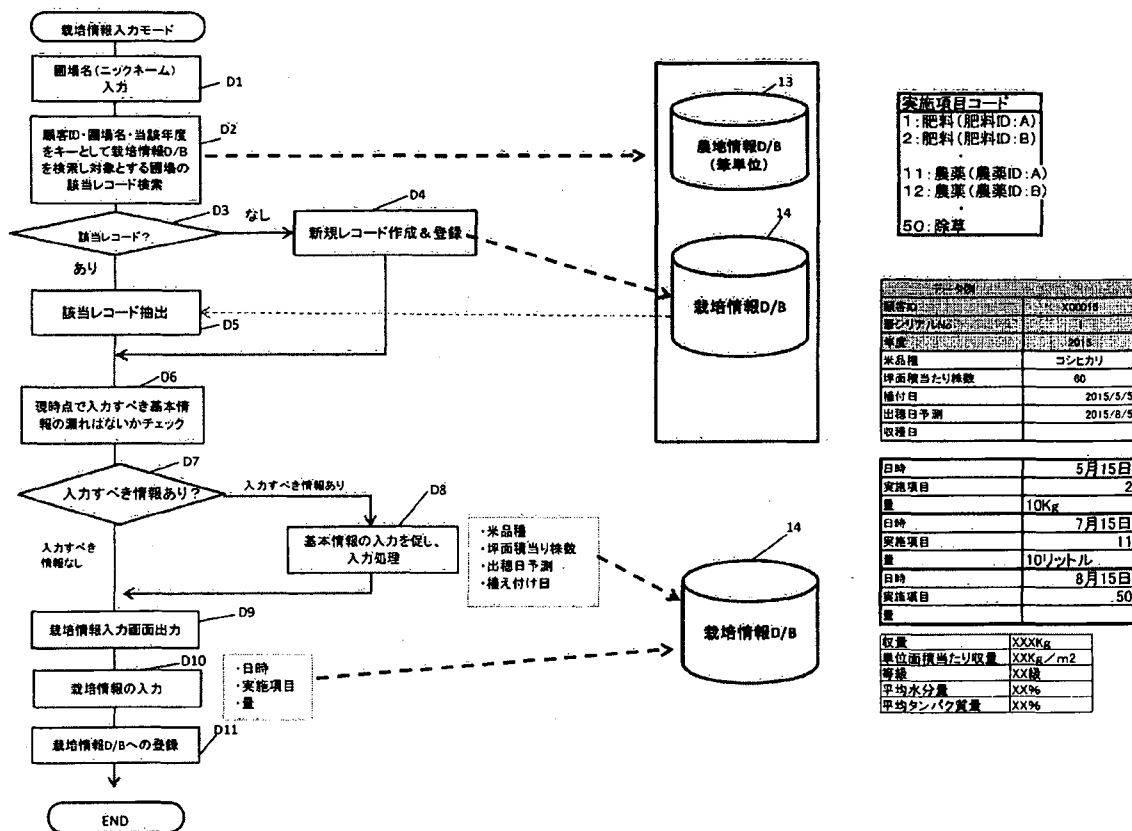
[図11]



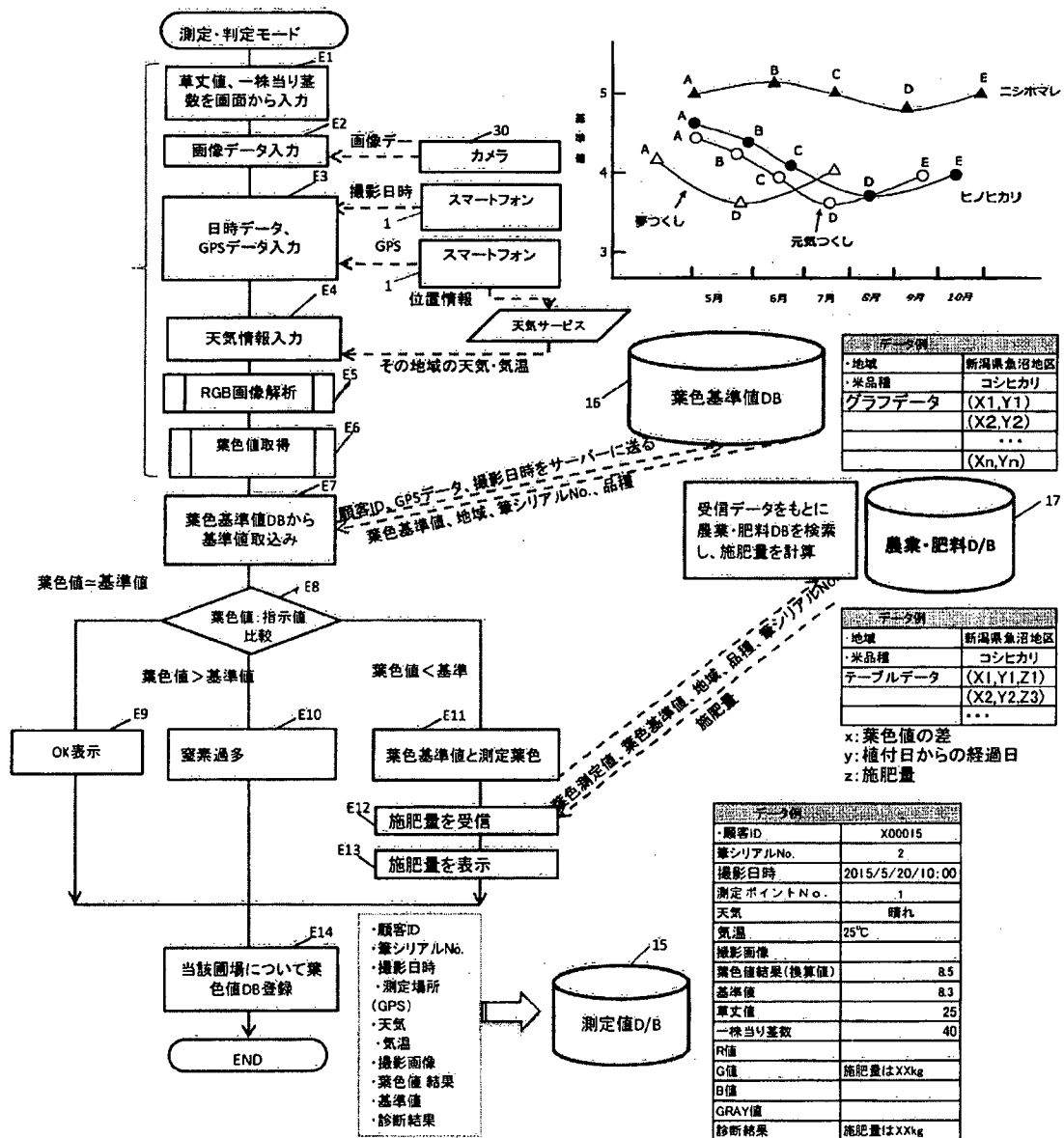
[図12]



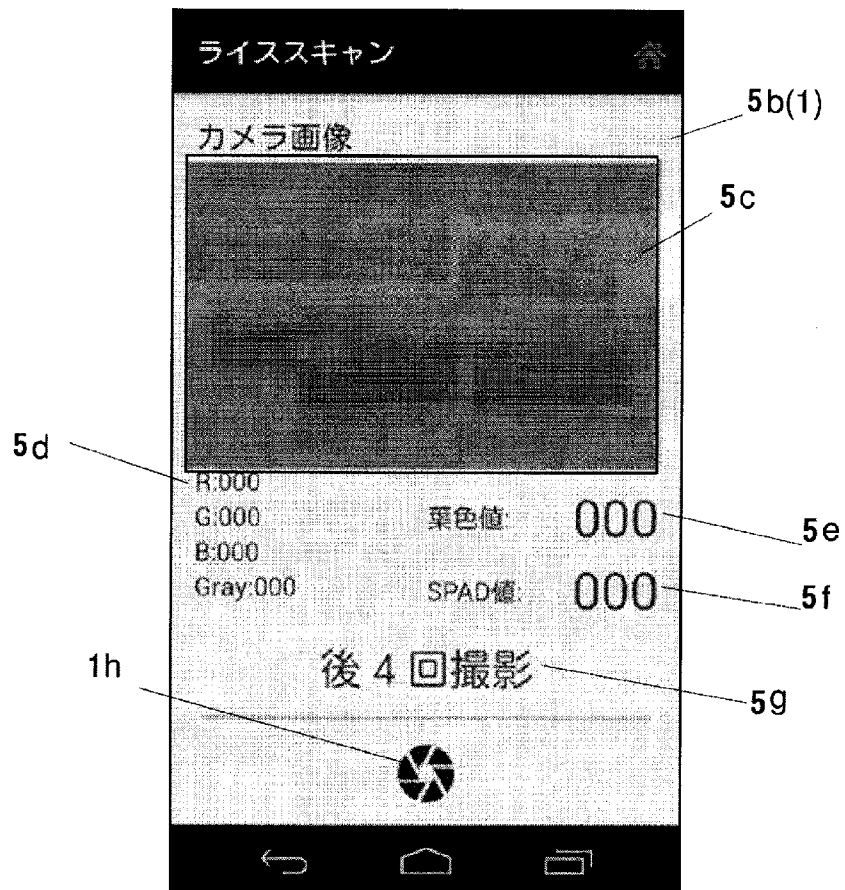
[図13]



[図14]



[図15]



[図16]

1i(1)

3:26

ライススキャン

結果画面

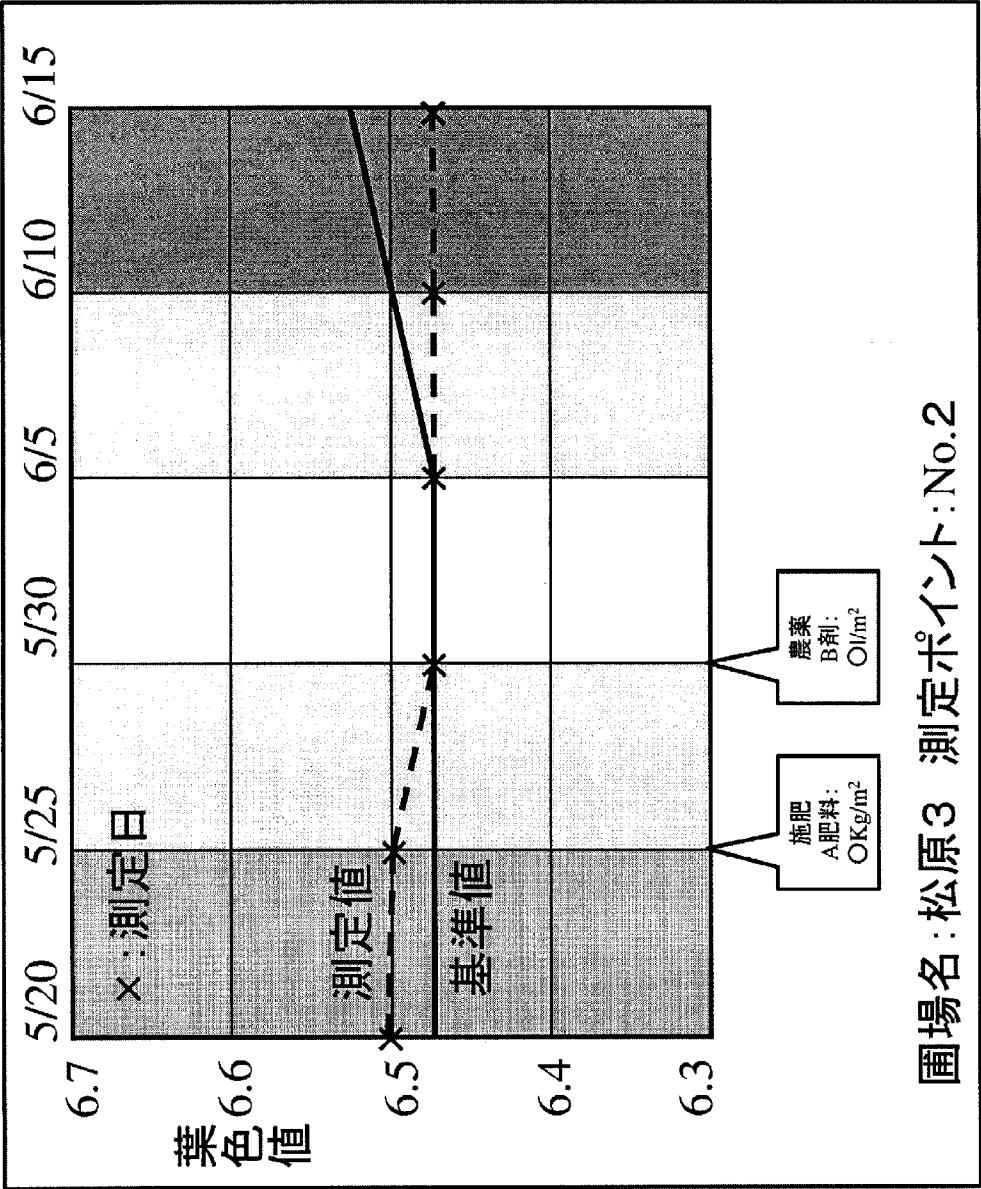
値	葉色値	SPAD
001	2.4	XX.X
002	2.3	XX.X
003	2.5	XX.X
004	2.4	XX.X
005	2.3	XX.X
006	2.5	XX.X

平均 葉色値 5.5 SPAD 20

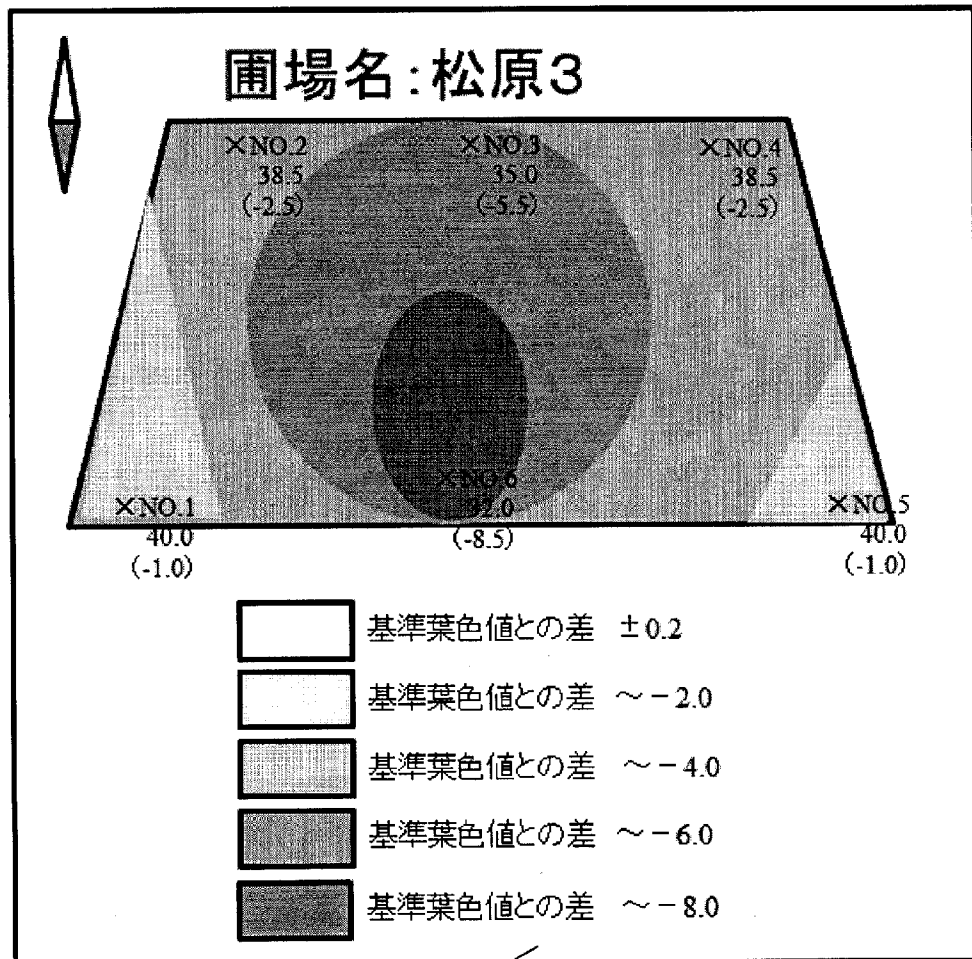
コメント

登録 変更

[図17]

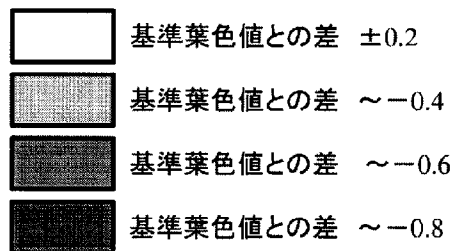
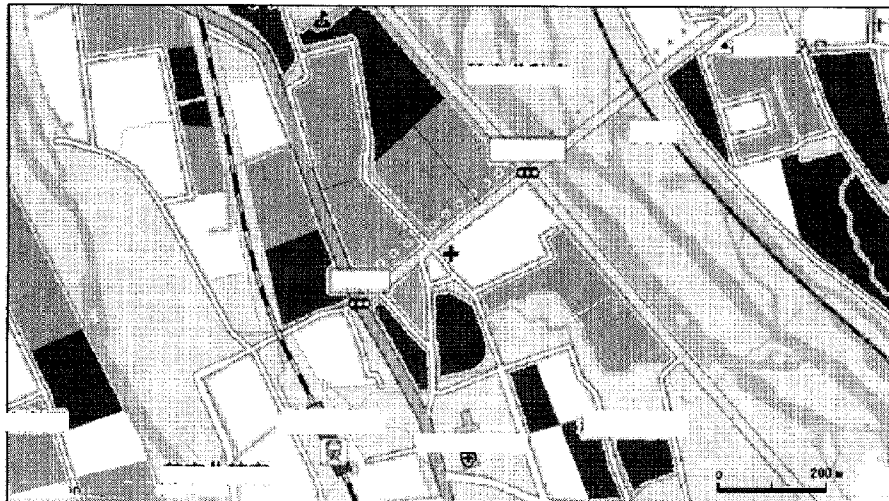


[図18]



1j(1)

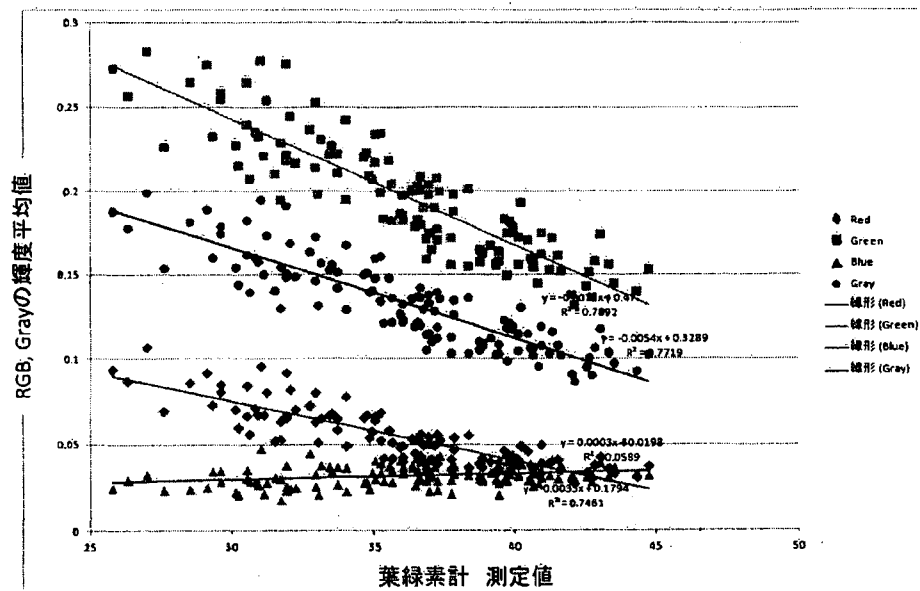
[図19]



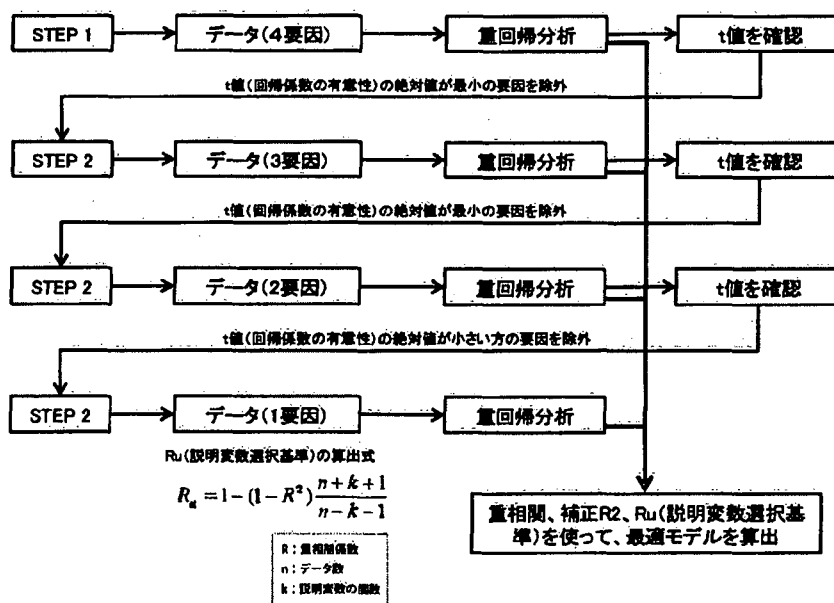
[図20]

画像解析方法	データ処理方法	データ期間	2灯卓上	2灯窓透かし	3灯卓上	3灯窓透かし
RGB	各データ	全期間(5日間)	○	○	○	○
RGB	10点平均	全期間(5日間)	○	○	○	○
RGB	各データ	後半3日間	○	○	○	○
HSV	各データ	全期間(5日間)	○	○	○	○
HSV	10点平均	全期間(5日間)	○	○	○	○

[図21]



[図22]



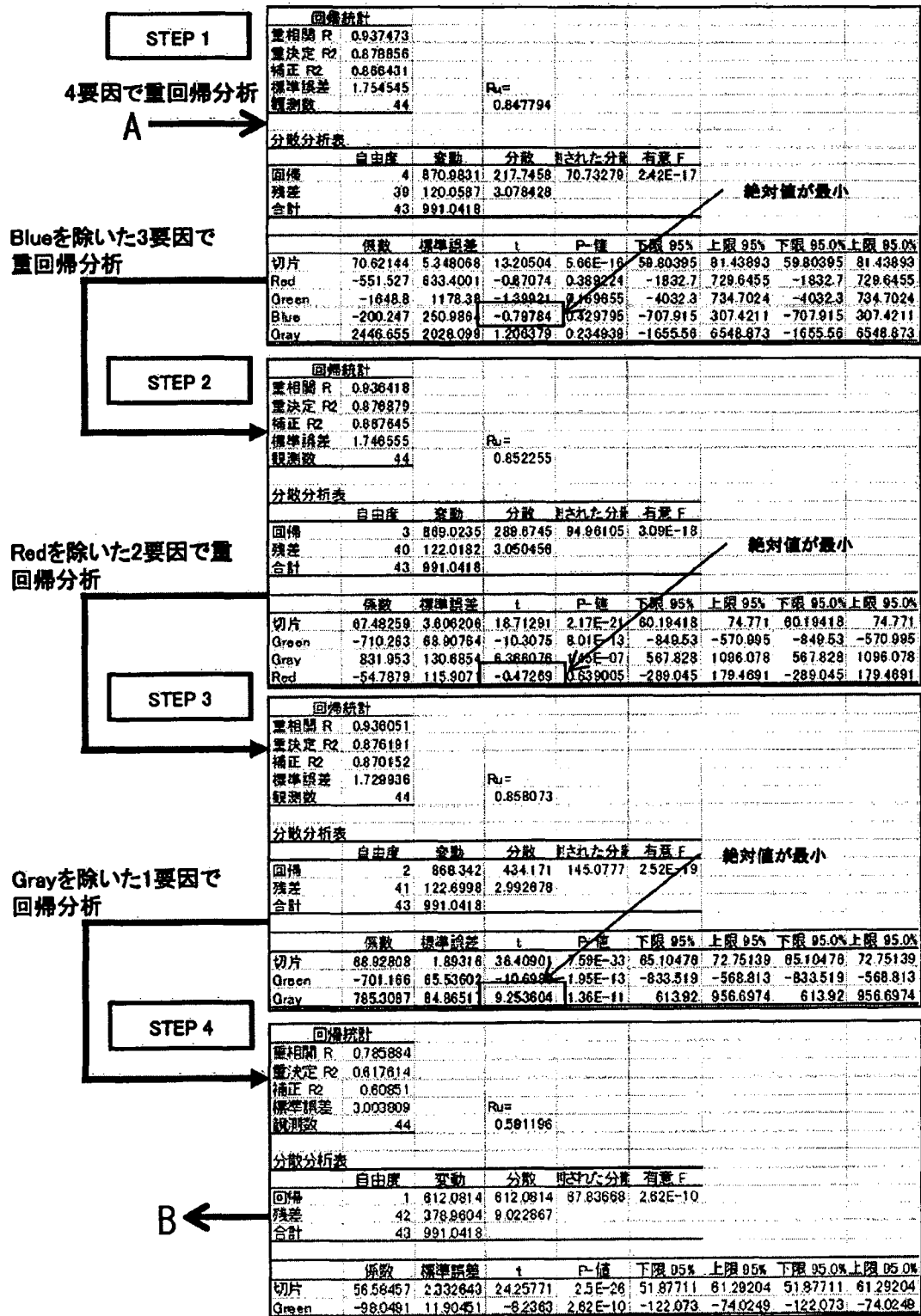
[図23]

2灯卓上測定 - 各測定条件 10点平均データ の場合

測定日	試験区	撮影条件	No.	SPAD値	平均 Green	平均 Gray	平均 Red	平均 Blue
6月25日	E東-1	卓上2灯	ave	40.87	0.1743	0.1178	0.0455	0.036
6月25日	E東-2	卓上2灯	ave	42.96	0.1582	0.1074	0.044	0.033
6月25日	E東-3	卓上2灯	ave	44.47	0.1484	0.1003	0.0377	0.0344
6月25日	E東-4	卓上2灯	ave	44.1	0.139	0.0926	0.0323	0.0308
6月25日	E中-1	卓上2灯	ave	43.13	0.1601	0.1068	0.0369	0.0294
6月25日	E中-2	卓上2灯	ave	45.74	0.15	0.1007	0.0373	0.0324
6月25日	E中-11	卓上2灯	ave	39.12	0.1647	0.1106	0.0417	0.0282
6月25日	E中-12	卓上2灯	ave	45.66	0.1433	0.0959	0.0336	0.0325
7月4日	E中-1	卓上2灯	ave	36.33	0.20411	0.14182	0.06317	0.04661
7月4日	E中-12	卓上2灯	ave	42.54	0.18348	0.12804	0.05228	0.05795
7月4日	E東-7	卓上2灯	ave	39.43	0.18829	0.131	0.05498	0.05262
7月4日	E東-8	卓上2灯	ave	36.5	0.19551	0.13629	0.05827	0.05365
7月11日	E東-4	卓上2灯	ave	37.22	0.21411	0.15285	0.06585	0.08066
7月11日	E東-8	卓上2灯	ave	30.16	0.26465	0.18984	0.09284	0.07575
7月11日	E中-1	卓上2灯	ave	29.15	0.27184	0.19599	0.09899	0.07659
7月11日	E中-2	卓上2灯	ave	39.57	0.19819	0.14239	0.06206	0.08173
7月11日	E中-3	卓上2灯	ave	34.59	0.25044	0.17956	0.08275	0.08486
7月11日	E中-13	卓上2灯	ave	42.05	0.19836	0.14171	0.05705	0.08748
7月11日	131-1	卓上2灯	ave	30.69	0.29386	0.21241	0.10818	0.08266
7月11日	131-3	卓上2灯	ave	40.78	0.20799	0.14874	0.06311	0.08347
7月11日	131-11	卓上2灯	ave	40.2	0.21435	0.15315	0.06381	0.08718
7月11日	131-13	卓上2灯	ave	45.96	0.18501	0.13286	0.05309	0.09046
7月25日	E東-1	卓上2灯	ave	34.35	0.22987	0.1576	0.06789	0.03898
7月25日	E東-2	卓上2灯	ave	37.2	0.18473	0.12387	0.04552	0.03531
7月25日	E東-3	卓上2灯	ave	38.04	0.17677	0.1178	0.04129	0.0339
7月25日	E東-4	卓上2灯	ave	37.94	0.18805	0.12661	0.04778	0.03616
7月25日	E中-1	卓上2灯	ave	28.82	0.2648	0.18296	0.08848	0.03108
7月25日	E中-2	卓上2灯	ave	37.13	0.18002	0.11972	0.04467	0.0275
7月25日	E中-11	卓上2灯	ave	30.62	0.21738	0.14719	0.06398	0.02498
7月25日	E中-12	卓上2灯	ave	42.26	0.14594	0.09704	0.03311	0.03127
7月25日	131-11	卓上2灯	ave	39.55	0.16361	0.10904	0.03975	0.02977
7月25日	131-13	卓上2灯	ave	40.8	0.15789	0.10569	0.0386	0.03277
7月25日	131-3	卓上2灯	ave	34.03	0.22214	0.15041	0.0632	0.03022
7月25日	131-5	卓上2灯	ave	33.7	0.22124	0.15004	0.0644	0.02849
8月18日	E東-1	卓上2灯	ave	33.08	0.1917	0.12736	0.04691	0.02782
8月18日	E東-2	卓上2灯	ave	38.57	0.15694	0.10357	0.03494	0.0286
8月18日	E東-4	卓上2灯	ave	40.27	0.15453	0.10215	0.03413	0.02982
8月18日	E中-1	卓上2灯	ave	34.61	0.18629	0.12415	0.04697	0.02722
8月18日	E中-2	卓上2灯	ave	36.61	0.16991	0.11371	0.04196	0.03226
8月18日	E中-12	卓上2灯	ave	39.72	0.14449	0.0945	0.0296	0.02701
8月18日	131-1	卓上2灯	ave	27.82	0.25938	0.1789	0.08531	0.03089
8月18日	131-5	卓上2灯	ave	32.87	0.19011	0.12678	0.04959	0.02503
8月18日	131-11	卓上2灯	ave	34.1	0.17884	0.11779	0.04252	0.02326
8月18日	131-15	卓上2灯	ave	37.15	0.16457	0.1081	0.03775	0.0248

→ A

[図24]



[図25]

STEP 3(2要因解析)が補正R2とRuで
最大値を取得

説明変数					R	補正R2	Ru
1	○	○	○	○	0.937473	0.866431	0.847794
2	○	○		○	0.936418	0.867645	0.852255
3		○		○	0.936051	0.870152	0.858073
4		○			0.785884	0.60851	0.581196

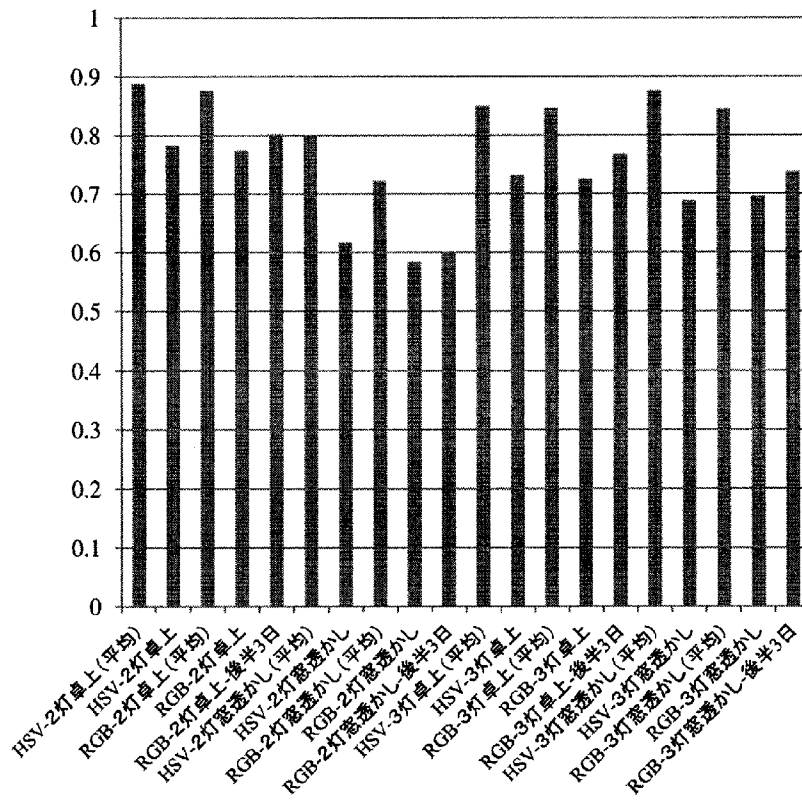
最適化条件 ← (3) ← B.

[図26]

画像解析方法	撮影条件	データ処理	データ期間	グラフ 横軸名称	重決定	有意 F
HSV	2灯卓上	10ポイント平均	全期間	HSV-2灯卓上(平均)	0.888529	4.82E-18
HSV	2灯卓上	各ポイント	全期間	HSV-2灯卓上	0.784104	2.7E-143
RGB	2灯卓上	10ポイント平均	全期間	RGB-2灯卓上(平均)	0.876191	2.52E-19
RGB	2灯卓上	各ポイント	全期間	RGB-2灯卓上	0.774716	1.2E-140
RGB	2灯卓上	各ポイント	後半3データ	RGB-2灯卓上-後半3日	0.802627	5.8E-111
HSV	2灯窓	10ポイント平均	全期間	HSV-2灯窓透かし(平均)	0.799962	4.87E-14
HSV	2灯窓	各ポイント	全期間	HSV-2灯窓透かし	0.616927	2.05E-89
RGB	2灯窓	10ポイント平均	全期間	RGB-2灯窓透かし(平均)	0.722647	3.2E-11
RGB	2灯窓	各ポイント	全期間	RGB-2灯窓透かし	0.583921	1.68E-81
RGB	2灯窓	各ポイント	後半3データ	RGB-2灯窓透かし-後半3日	0.599849	1.56E-62
HSV	3灯卓上	10ポイント平均	全期間	HSV-3灯卓上(平均)	0.849658	1.66E-16
HSV	3灯卓上	各ポイント	全期間	HSV-3灯卓上	0.731605	4.2E-124
RGB	3灯卓上	10ポイント平均	全期間	RGB-3灯卓上(平均)	0.845954	2.22E-17
RGB	3灯卓上	各ポイント	全期間	RGB-3灯卓上	0.726435	1.5E-119
RGB	3灯卓上	各ポイント	後半3データ	RGB-3灯卓上-後半3日	0.768985	3.6E-100
HSV	3灯窓	10ポイント平均	全期間	HSV-3灯窓透かし(平均)	0.875502	4.1E-17
HSV	3灯窓	各ポイント	全期間	HSV-3灯窓透かし	0.688775	7.9E-109
RGB	3灯窓	10ポイント平均	全期間	RGB-3灯窓透かし(平均)	0.844776	2.6E-17
RGB	3灯窓	各ポイント	全期間	RGB-3灯窓透かし	0.695708	1.2E-109
RGB	3灯窓	各ポイント	後半3データ	RGB-3灯窓透かし-後半3日	0.738397	2.23E-90

[図27]

重決定 R2

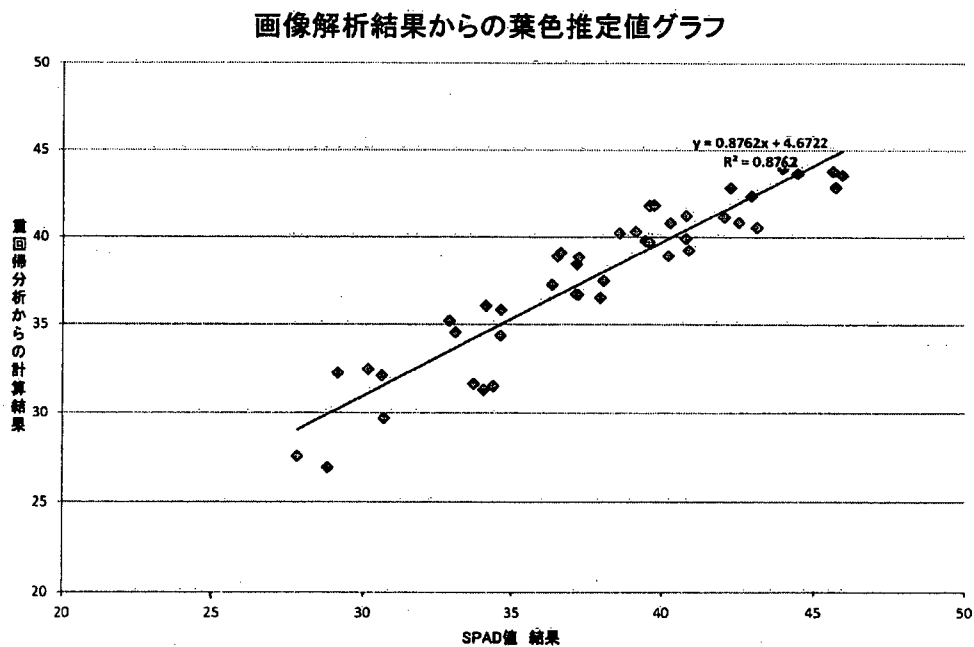


HSV 2灯桌上(平均) 重回帰分析結果

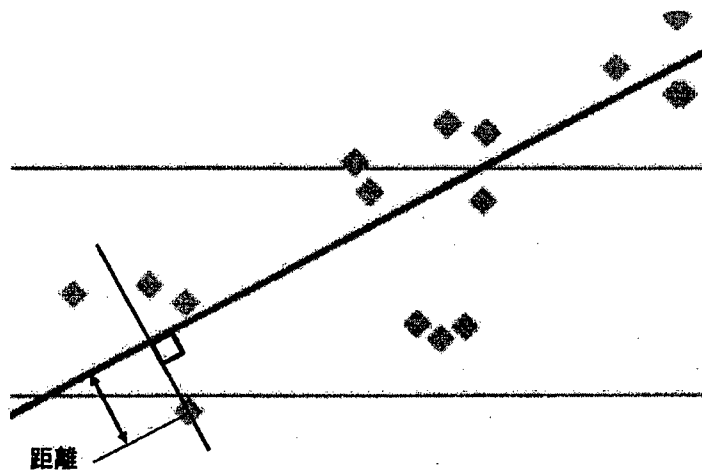
RGB 2灯桌上(平均) 重回帰分析結果

t値が大きい

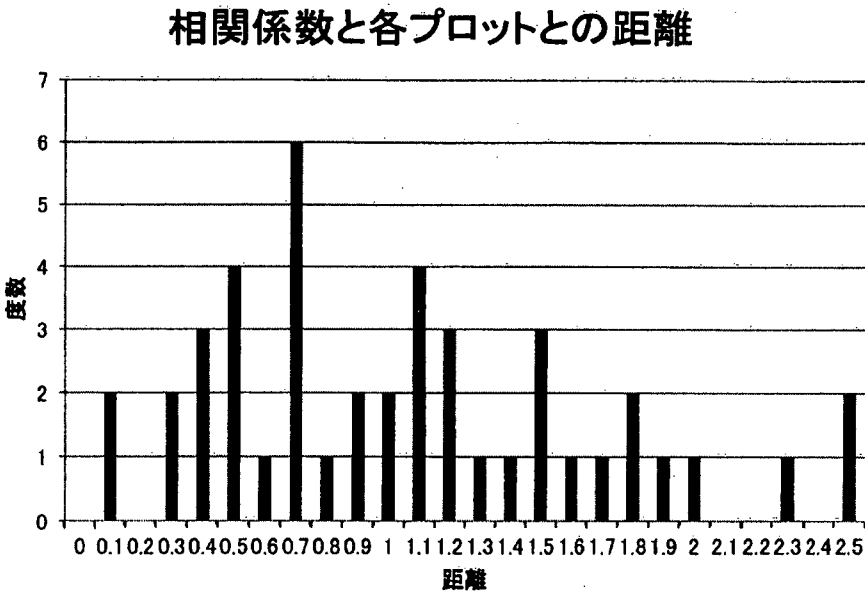
[図29]



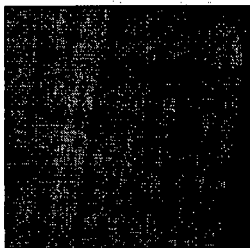
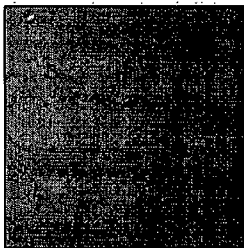
[図30]



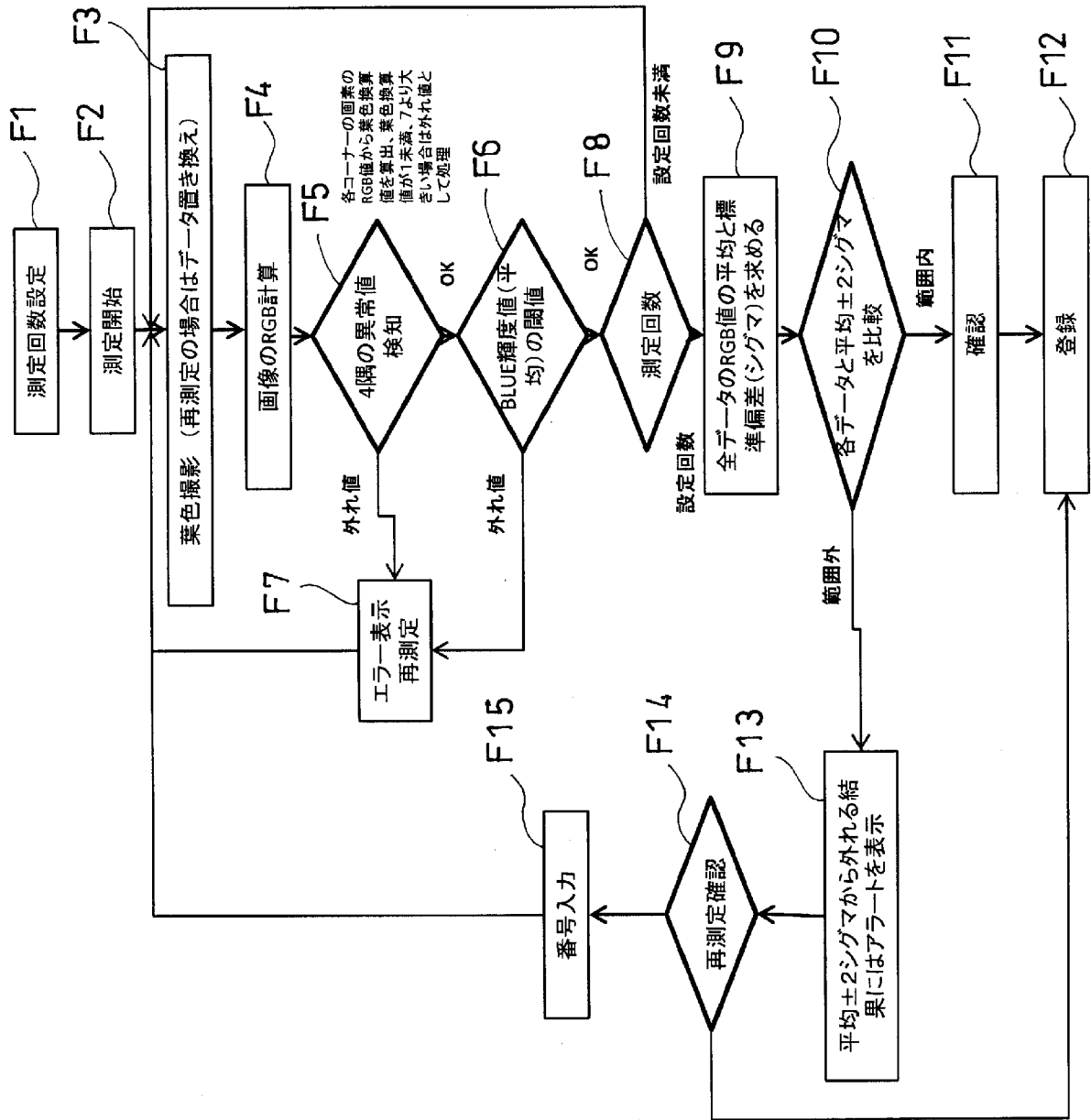
[図31]



[図32]

現象	画像(例)																														
葉位置不良 (葉端がカメラ撮像エリアに掛かっている)	<table><tr><th></th><th>1.</th><th>2.</th><th>3.</th><th>4.</th></tr><tr><td>R輝度値</td><td>104</td><td>128</td><td>99</td><td>65</td></tr><tr><td>G輝度値</td><td>114</td><td>122</td><td>100</td><td>58</td></tr><tr><td>B輝度値</td><td>62</td><td>70</td><td>60</td><td>59</td></tr><tr><td>Y値</td><td>0.425</td><td>0.470</td><td>0.381</td><td>0.229</td></tr><tr><td>葉色換算値</td><td>5.27</td><td>4.76</td><td>6.43</td><td>9.22</td></tr></table>		1.	2.	3.	4.	R輝度値	104	128	99	65	G輝度値	114	122	100	58	B輝度値	62	70	60	59	Y値	0.425	0.470	0.381	0.229	葉色換算値	5.27	4.76	6.43	9.22
	1.	2.	3.	4.																											
R輝度値	104	128	99	65																											
G輝度値	114	122	100	58																											
B輝度値	62	70	60	59																											
Y値	0.425	0.470	0.381	0.229																											
葉色換算値	5.27	4.76	6.43	9.22																											
外光 (押さえ異常などで一部が薄くなっている)	<table><tr><th></th><th>結果</th><th>平均</th></tr><tr><td>葉色値</td><td>4.7</td><td>5.08</td></tr><tr><td>R輝度値</td><td>137</td><td>119.4</td></tr><tr><td>G輝度値</td><td>134</td><td>128.3</td></tr><tr><td>B輝度値</td><td>78</td><td>53.7</td></tr><tr><td>GRAY値</td><td>128.7</td><td>117.4</td></tr></table>		結果	平均	葉色値	4.7	5.08	R輝度値	137	119.4	G輝度値	134	128.3	B輝度値	78	53.7	GRAY値	128.7	117.4												
	結果	平均																													
葉色値	4.7	5.08																													
R輝度値	137	119.4																													
G輝度値	134	128.3																													
B輝度値	78	53.7																													
GRAY値	128.7	117.4																													
	一枚の写真のみが濃い、薄い																														

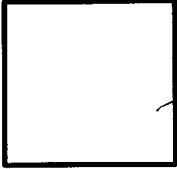
[図33]



[図34]

カメラ画像

圃場名： XXの田んぼ
区画名： A

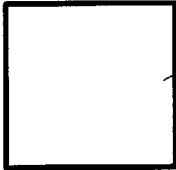


測定回数： 7回目 / 10回 (設定)

6回目の測定結果

葉色値： **4.5**

SPAD値： **42.5**





102

103

104

[図35]

カメラ画像

圃場名： XXの田んぼ
区画名： A

103

測定回数： 7回目 / 10回 (設定)

6回目の測定結果

測定結果

葉色値： 4.5
SPAD値： 42.5

104
105

葉色比較写真

[図36]

結果画面 102

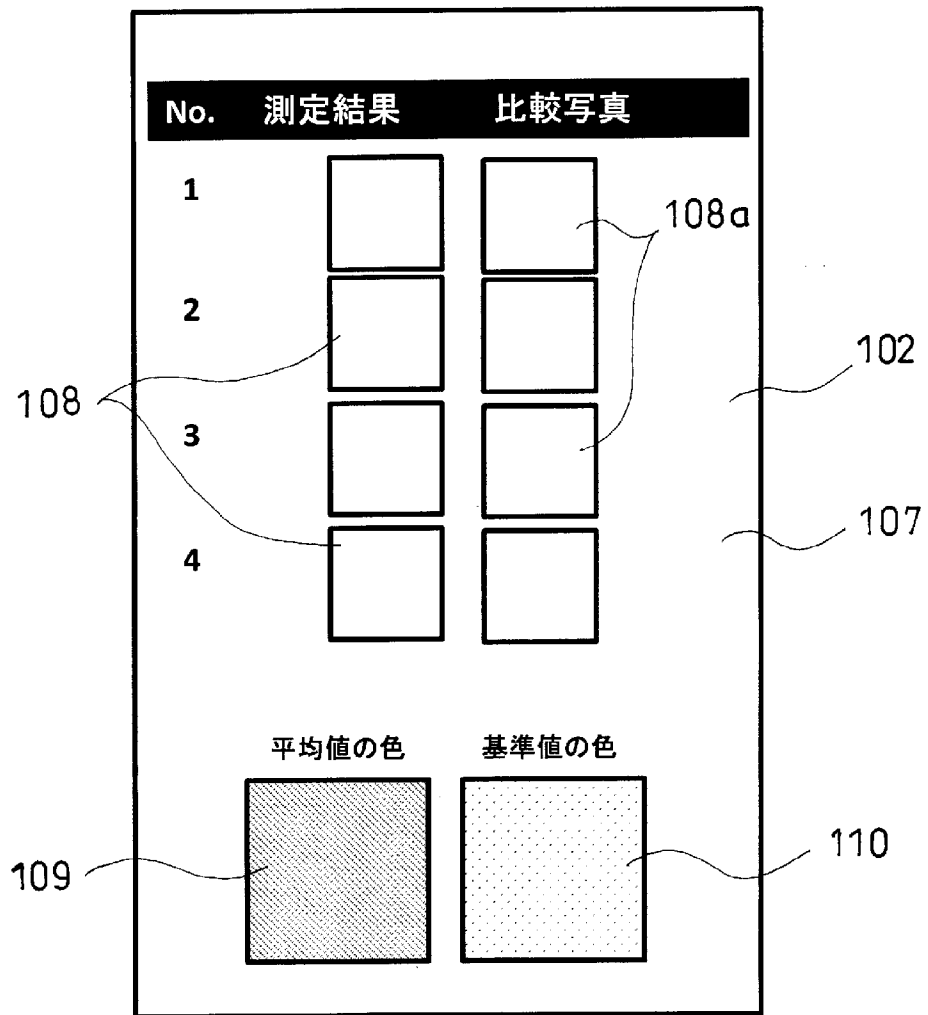
No.	葉色値	SPAD換算値	画像
1	4.7	45.3	☐
2	4.7	45.2	☐
3	4.7	46.2	☐
4	4.8	47.2	☐
5	4.7	45.4	☐
6	4.5	40.2	☐
7	4.7	45.2	☐
8	4.3	40.1	☐
平均	4.62	44.45	☐

106

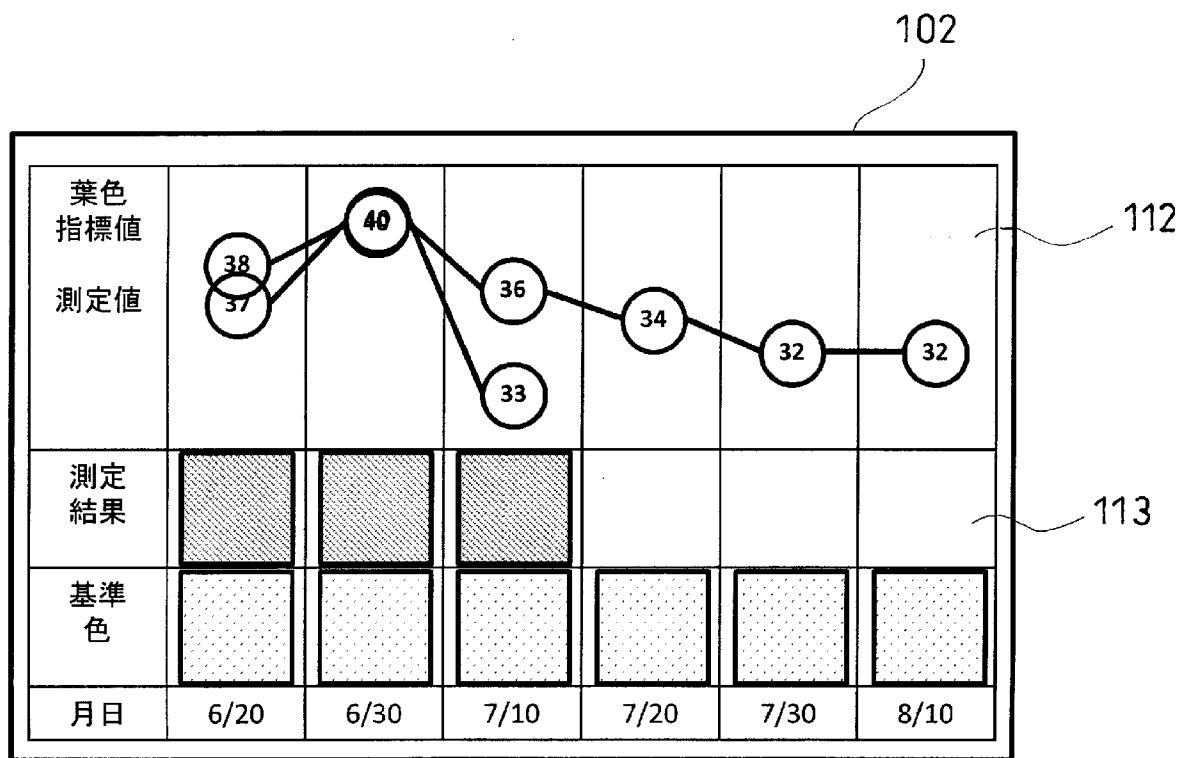
コメント _____

変更 登録

[図37]



[図38]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050687

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01G7/00(2006.01)i, G01J3/51(2006.01)i, G01N21/27(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)

A01G7/00, G01J3/51, G01N21/27

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2013-158277 A (Panasonic Corp.), 19 August 2013 (19.08.2013), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0031] to [0047] & WO 2013/114500 A1 & US 2015/0000191 A1 entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0051] to [0061]	1-13, 15, 19, 22-25
Y	JP 11-235124 A (Yanmar Agricultural Equipment Co., Ltd.), 31 August 1999 (31.08.1999), paragraph [0018] (Family: none)	1, 5-8, 12, 13

☒ 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

"I" 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
06 April 2016 (06.04.16)

Date of mailing of the international search report
19 April 2016 (19.04.16)

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/JP2016/050687

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4012554 B2 (National Agriculture and Food Research Organization), 21 November 2007 (21.11.2007), entire text; all drawings (Family: none)	2-25
Y	JP 2004-298069 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 October 2004 (28.10.2004), entire text; all drawings (Family: none)	14-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050687

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
(See extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050687

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Document 1: JP 2013-158277 A (Panasonic Corp.), 19 August 2013 (19.08.2013), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0031] to [0047] & WO 2013/114500 A1 & US 2015/0000191 A1, entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0051] to [0061]

(Invention 1) claim 1

Claim 1, which has a special technical feature "a plant information acquisition system comprising an imaging element, an optical unit comprising a lens which allows the imaging element to focus into an image of a plant as a subject, a light source for illuminating the plant in imaging with the use of the imaging element, and a light shielding device for blocking outside light in imaging with the use of the imaging element, wherein information indicating the chlorophyll content of the plant is output on the basis of a correlation between color information indicating the color of the plant, said color information being acquired from image signals output from the imaging element having imaged the plant, and information indicating the chlorophyll content of the plant", is regarded as Invention 1.

(Invention 2) claims 2-13 and 22-25

Claims 2-13 and 22-25 have a technical feature common to claim 1 that is regarded as Invention 1, said common technical feature being "a plant information acquisition system or apparatus comprising an imaging element, an optical unit comprising a lens which allows the imaging element to focus into an image of a plant as a subject, a light source for illuminating the plant in imaging with the use of the imaging element, and a light shielding device for blocking outside light in imaging with the use of the imaging element, wherein color information indicating the color of the plant is acquired from image signals output from the imaging element having imaged the plant".

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1.

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions.

Further, claims 2-13 and 22-25 are not dependent on claim 1.

Further, claims 2-13 and 22-25 have no relationship such that these claims are substantially same as or equivalent to any claim classified into Invention 1.

Consequently, claims 2-13 and 22-25 cannot be classified into Invention 1.

Claims 2-13 and 22-25 have a special technical feature "using a plant information acquisition system or apparatus comprising an imaging element, an optical unit comprising a lens which allows the imaging element to focus into an image of a plant as a subject, a light source for illuminating the plant in imaging with the use of the imaging element, a light shielding device for blocking outside light in imaging with the use of the imaging element, and an image processing means for acquiring color information indicating the color of the plant from image signals output from the imaging element, and acquiring plant information from the color information on the basis of a correlation between the color information and plant information relating to the plant, said plant information correlating to the color information". Thus, claims 2-13 and 22-25 are regarded as Invention 2.

(Continued to next extra sheet)

(Invention 3) claims 14-21

Claims 14-21 have a technical feature [plant information] common to claim 1 that is regarded as Invention 1 and claim 2 that is regarded as Invention 2.

However, the above-said technical feature cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature is a well-known technical matter and does not make a contribution over the prior art.

Further, there is no other same or corresponding special technical feature between these inventions.

Further, claims 14-21 are not dependent on claims 1 and 2 (these claims are not claims which involve all of the matters to define the invention of claim 2 and which have a same category, although these claims are formal dependent claims of claim 2)

In addition, claims 14-21 have no relationship such that these claims are substantially same as or equivalent to any claim classified into Invention 1 or 2.

Consequently, claims 14-21 cannot be classified into either Invention 1 or Invention 2.

Claims 14-21 have a special technical feature "a crop control system comprising: a user terminal, which stores the plant information acquired by the plant information acquisition system set forth in claim 2 and transmits crop information including the growth state of a cultured crop, timing information indicating the acquisition timing of the crop information and area information indicating the area where the crop information is acquired; and a control server which comprises a control information storage device, said control information storage device being capable of data-communicating with the user terminal, receiving the crop information, timing information and area information and storing control information relating to the control of crop culture associated with the aforesaid informations, and transmits to the user terminal, from which the crop information, timing information and area information have been transmitted, control information extracted from the control information storage device on the basis of the aforesaid crop information, timing information and area information". Thus, claims 14-21 are regarded as Invention 3.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A01G7/00(2006.01)i, G01J3/51(2006.01)i, G01N21/27(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. A01G7/00, G01J3/51, G01N21/27

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2013-158277 A（パナソニック株式会社）2013.08.19, 全文, 全図, 特に[0031]-[0047] & WO 2013/114500 A1& US 2015/0000191 A1, 全文, 全図, 特に[0051]-[0061]	1-13, 15, 19, 22-25
Y	JP 11-235124 A（ヤンマー農機株式会社）1999.08.31, [0018]（ファミリーなし）	1, 5-8, 12, 13
Y	JP 4012554 B2（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構）2007.11.21, 全文, 全図（ファミリーなし）	2-25

☒ 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

06.04.2016

国際調査報告の発送日

19.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

坂田 誠

2B

9318

電話番号 03-3581-1101 内線 3237

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
Y	JP 2004-298069 A (松下電器産業株式会社) 2004. 10. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	14-21

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

（特別ページを参照）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第 III 欄の続き

文献 1 : JP 2013-158277 A (パナソニック株式会社) 2013.08.19, 全文, 全図, 特に [0031]-[0047] & WO 2013/114500 A1 & US 2015/0000191 A1, 全文, 全図, 特に [0051]-[0061]

(発明 1) 請求項 1

請求項 1 は、[撮像素子と、撮像素子に被写体としての植物の像を結ばせるレンズを有する光学系と、撮像素子を用いた撮像の際に植物を照らす照明用の光源と、撮像素子を用いた撮像の際に外光を遮断する遮光デバイスとを備え、植物を撮像した撮像素子から出力される画像信号から得られる植物の色の色情報と、植物中の葉緑素の量を示す情報との相関関係から植物の葉緑素の量を示す情報を出力する植物情報取得システム] という特別な技術的特徴を有しているので、発明 1 に区分する。

(発明 2) 請求項 2-13, 22-25

請求項 2-13、22-25 は、発明 1 に区分された請求項 1 と、[撮像素子と、撮像素子に被写体としての植物の像を結ばせるレンズを有する光学系と、撮像素子を用いた撮像の際に植物を照らす照明用の光源と、撮像素子を用いた撮像の際に外光を遮断する遮光デバイスとを備え、植物を撮像した撮像素子から出力される画像信号から植物の色の色情報を得る、植物情報取得システムまたは装置] という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献 1 の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項 2-13、22-25 は、請求項 1 の従属請求項ではない。また、請求項 2-13、22-25 は、発明 1 に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項 2-13、22-25 は発明 1 に区分できない。

そして、請求項 2-13、22-25 は、[撮像素子と、撮像素子に被写体としての植物の像を結ばせるレンズを有する光学系と、撮像素子を用いた撮像の際に植物を照らす照明用の光源と、撮像素子を用いた撮像の際に外光を遮断する遮光デバイスと、撮像素子から出力される画像信号に基づいて、植物の色を示す色情報を取得する画像処理手段とを備える植物情報取得システムまたは装置を用い、色情報と、色情報に対して相関性がある植物に関する植物情報との相関関係に基づいて色情報から植物情報を取得すること] という特別な技術的特徴を有しているので、発明 2 に区分する。

第 III 欄の続き

(発明 3) 請求項 1 4-2 1

請求項 1 4-2 1 は、発明 1 に区分された請求項 1 及び発明 2 に区分された請求項 2 と、[植物情報]という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は周知の技術事項であって、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項 1 4-2 1 は、請求項 1 及び 2 の従属請求項ではない（請求項 2 の形式的な従属請求項であるものの、請求項 2 に係る発明の発明特定事項をすべて含む同一カテゴリーの請求項ではない）。また、請求項 1 4-2 1 は、発明 1 又は 2 に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項 1 4-2 1 は発明 1 又は 2 のいずれにも区分できない。

そして、請求項 1 4-2 1 は、[請求項 2 に記載の植物情報取得システムで取得された植物情報を含むとともに、栽培される作物の生育状態を含む作物の情報である作物情報と、作物情報の取得時期を示す時期情報と、作物情報を取得した地域を示す地域情報とを送信するユーザ端末と、ユーザ端末とデータ通信可能で、作物情報、時期情報および地域情報を受信するとともに、これら情報に紐付けされた作物栽培の管理に係わる管理情報を記憶した管理情報記憶デバイスを有し、かつ、作物情報、時期情報および地域情報を送信したユーザ端末に、当該作物情報、当該時期情報および当該地域情報に基づいて管理情報記憶デバイスから抽出される管理情報を送信する管理サーバとを備える作物管理システム]という特別な技術的特徴を有しているので、発明 3 に区分する。