

# 気象データと事前設定を活用した 自動灌水クラウドシステム

前野太洋, 渋沢良太

鹿児島県霧島市国分中央 1-10-2 第一工科大学 工学部 情報電子システム工学科

E-Mail: r-shibusawa@daiichi-koudai.ac.jp

## Cloud System for Optimal Automatic Irrigation of Plants using Meteorological Data and Pre-settings

Taiyo Maeno, Ryota Shibusawa

Department of Informatics and Electronics, 1-10-2, KokubuChuo, Kirishima, Kagoshima, 899-4395, Japan

E-Mail: r-shibusawa@daiichi-koudai.ac.jp

**Abstract:** Many automatic irrigation systems have been developed and put into practical use, but most of them continue to operate under pre-set irrigation conditions, and few of them change their operation based on weather data such as the amount of precipitation. In this study, in addition to pre-setting the frequency and amount of irrigation by the manager, we developed a system that automatically acquires weather data provided as a cloud service from the Internet and irrigates based on such data, and clarified a specific implementation method. In the future, we plan to conduct an experiment using this system to confirm the growth of plants by actually performing automatic irrigation for a certain period of time.

**Key words:** Smart agriculture, Internet of Things, Automatic Irrigation, Data-driven agriculture

### 1. はじめに

持続可能な社会の実現に向けて、国連各国を始めとして大気中のCO<sub>2</sub>の削減が急務となっている。CO<sub>2</sub>の排出量を減らすだけのアプローチでは、各種の生産など経済活動を継続しながら大気中のCO<sub>2</sub>を削減することは難しい。そこで、CO<sub>2</sub>を回収する技術も重要になっている。その一つとして植物を増やすことがあるが、少子高齢化や人口が減っている社会の中で、多くの植物を適切に灌水して生育することは難しい。そのため、自動灌水システムが必要になる。

既に多くの自動灌水システムが研究開発され実用化されているが、その多くは事前設定された灌水の条件で動作を続けるものであり、降水量など、気象データに基づいて動作を変えるも

のは少ない。そこで本研究では、管理者による灌水の頻度、量の事前設定に加え、クラウドサービスとして提供されている気象データをインターネットから自動取得し、そのデータも踏まえて灌水を行うシステム(autering)を研究開発した。

### 2. 先行研究

宮崎らの研究では土壌水分量のモニタリングによる灌水制御が有効であることを示されている。また、葉温による植物の水分状態を推定可能であることも示されてある[1]。

川島らの研究では、土の中の水が土の毛管力によって引き付けられている強さの程度を表す値である土壌pF値を使った灌水制御法が開発さ

れている。pF 値は低いほど土壌が乾燥していることを示す。川島らは pF 値を常時測定し灌水量を超えたら即時に灌水する方式(即時式), あらかじめタイマーで灌水時刻と灌水量を設定しておき, その時刻の pF 値が低ければ灌水動作を自動的に取りやめる方式(キャンセル式), 毎日 8 時に天候を判断しタイマーで灌水時間を設定する方式(タイマー式)の三つの比較を行った。結果はキャンセル式より即時式とタイマー式のほうが果実品質は良いことが示されている。また, タイマー式での毎日の調整による労力を考えると即時式の有用性を示している[2]。

これらの研究のように, 土壌センサのデータの値に応じた灌水量を事前設定し, 自動的に灌水する手法は提案されている。本研究の手法と先行研究の手法の違いは, そのような設定に加え, 日々の天気予報の情報を加味して灌水量を自動調整することである。

### 3. システムの内容

#### 3.1. システムの概要

autering では, マイコンとクラウドサービスを使い植物に最適な水の量を灌水する。試作したシステムの概要を図 1 に示す。

今回試作したシステムはマイコン側から送られる土壌水分量と湿度, 温度の環境データと外部天気予報 API によるデータを元にサーバの制御プログラムで灌水量を決定し電磁弁を制御して灌水するものである。また, サーバに蓄積された環境データは Web サイトでグラフ化し可視化を行っている。植物の生育状態が分かるようにカメラも設置している。

灌水する際の灌水量の調節は土壌水分計のデータを用いて行う。制御プログラムで目標の土壌水分量を決め, 現在の土壌水分量と等しくなるまで灌水するようにマイコンに設定する。

#### 3.2. システムの構成機器

本システムは主に, 灌水を行う土壌の近くに設置するマイコンと, インターネット上のクラ

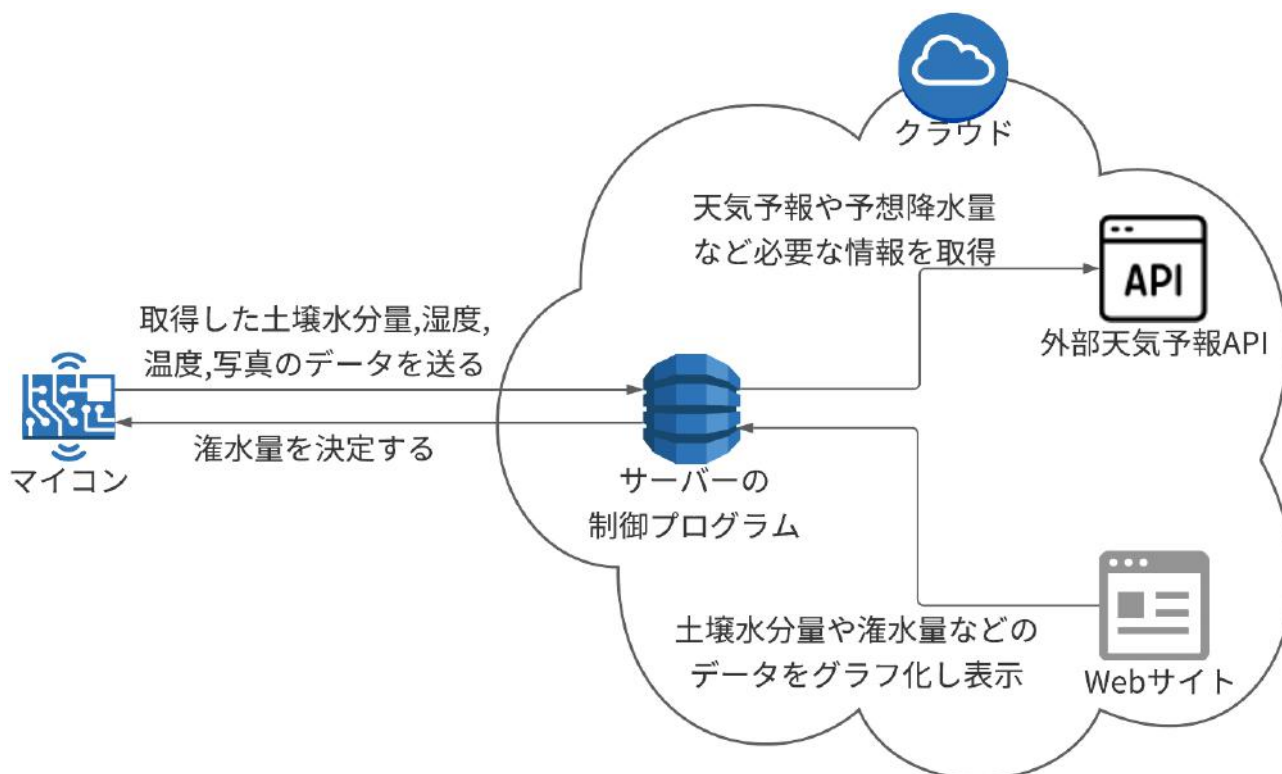


図 1 システムの概要図

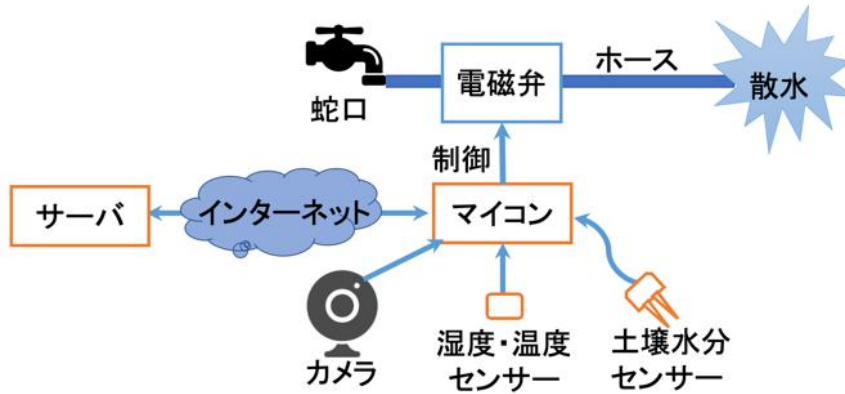


図2 システムの機器構成

クラウドサーバ，外部APIサーバに分けられる．その構成機器を図2に示す．

マイコン側では計器を使った環境データの取得や電磁弁の制御，マイコンに取り付けた各センサーからデータを取得しサーバへ送る等の処理を行う．マイコンにはRISC-VのM5StickC[3]，電磁弁には，ZJchao社の電磁弁(ZJchao3u51h0emrs)を使用した．土壌水分量を測るセンサはM5Stack用土壌水分センサユニット[4]を使っている．同ユニットはパッド間の誘電率をもとに土壌水分量を計測している．土壌水分量が多いほどパッド間の誘電率が高くなり，抵抗値は下がり，出力値が高くなる．

サーバ側ではマイコンから送られた温度，湿度，土壌水分量，写真のデータから制御プログラムによる灌水量の決定や蓄積したデータをグラフ化してWebサイトに表示するなどを行う．サーバには，さくらインターネット社のさくらインターネットVPS[5]を用い，Cent OS上に必要なミドルウェアとプログラム実行環境をインストール，設定し，開発したソフトウェアを動作させるようにした．本システムでは，Apache，MariaDB，PHPを使用して実装している．

### 3.3. 事前設定のみに基づく灌水方法

事前設定のみに基づく灌水の動作の手順を次ページの図3に示す．本システムでは，ユーザに対して春，夏，秋，冬の4つの季節ごとに，灌水を行う時間を表1の例のように設定できるようにしている．

また，目標とする土壌水分量を表2の通り設定できるようにしている．土壌水分量の計測値の例を表2に示す．

表1 春夏秋冬の灌水時間の設定例

季節	灌水時間
春(3月～5月)	毎朝9時～10時の間に灌水する
夏(6月～8月)	毎朝9時～10時の間と，夕18時～19時の間に灌水する
秋(9月～11月)	毎朝9時～10時の間に灌水する
冬(12月～2月)	冬は週に一度9時～10時に灌水する

表2 土壌水分量の計測値の目安

土壌水分量	解釈
500～	湿りすぎ
400～500	湿っている(最適値)
300～400	乾いている
～300	乾きすぎ

サーバとマイコンとの通信にはhttp GET methodを用いている．マイコン側からhttp GET methodでURLにパラメータ名と値をセットしてサーバに送る．サーバ側では受信プログラムを常時稼働し，マイコンから受け取ったデータのパラメータ名をトリガーとして各処理を行う．

サーバからマイコンへ処理の結果を返す際はjson形式にして返す．計測値をサーバに保存する際はhttp GETのパラメータ名に計測値をセットしてサーバに送ることで実現している．マイコンからサーバへ送るhttp GET methodを使ったコマンドの内容を表3に示す．灌水の事前設定の順序を以下に番号順に示す．

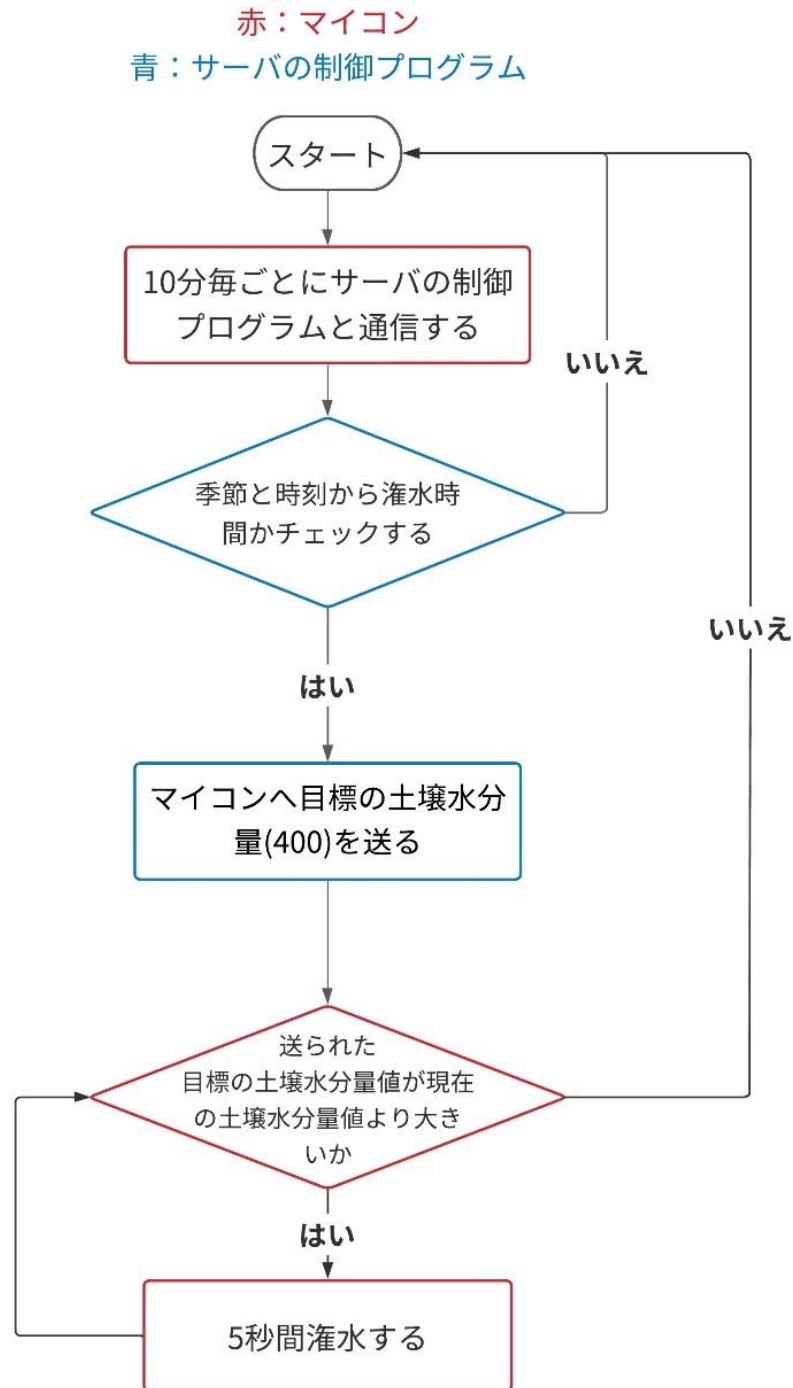


図 3 事前設定の処理の流れ

(1)マイコンで動作するプログラム(以降、マイコンサイドプログラムと称する)は一定時間間隔で、サーバ上で動作するプログラム(以降、サーバサイドプログラムと称する)と通信し、必要な処理の有無を確認する。  
 (2)サーバサイドプログラムは現在の時間から、現在の季節を春(3月~5月)夏(6月~8月)秋(9月~11月)冬(12月~2月)のいずれかとして判別する。

(3)マイコンサイドプログラムがサーバサイドプログラムに通信した際に、現在時刻が灌水時間となっていれば、サーバサイドのプログラムは目標値の土壌水分量である数値をマイコンへ送る。そうでなければ(1)に戻る。  
 (4)マイコンサイドのプログラムは、サーバから送られた目標の土壌水分量と現在の土壌水分量を比較する。目標の土壌水分量が大きい場合(1)に戻る。

表3 http GET と内容

パラメタと値の組	内容
temp=測定温度& humi=測定湿度& earth=測定土壌水分量	マイコンで計測した温度、湿度、土壌水分量のデータをサーバ側で受け取り DB へ保存する
kettei (値は無し)	灌水時間になっているかのチェックをし、灌水時間であれば外部の天気予報 API から天気予報を取得し灌水量を決めデータを返す

(5)マイコンサイドのプログラムは、目標値の土壌水分量より現在の土壌水分量が小さい場合、電磁弁を開いて5秒間灌水する。5秒後(4)に戻る。

### 3.4. 気象データと事前設定との組み合わせ方法

気象データと事前設定を組み合わせた灌水処理の手順を次ページの図4に示す。

本システムのサーバサイドプログラムは、天気予報クラウドサービス OpenWeatherMap の API[6] を使って、3時間毎の天気予報、降水量を取得する。そして、取得した天気予報と降水量を踏まえて、事前設定で決められている目標の土壌水分量(400)を調節してマイコンへ送る。

例として、夏の朝9時に灌水する際の動作例を次に示す。事前設定に基づくと9時の次の灌水が行われる時間は18時とする。まず、18時までの間の3時間毎の天気予報、降水量を取得する。もし、大雨の場合や降水量の合計値が大きい場合、目標とする土壌水分量から一定の水分量を減らして、9時に灌水を行う。こうすることで気象データを用いた灌水量の調節を行うことができる。この際、天気予報の降水量によって達成される土壌水分量の推定値よりも多めの値を目標値として灌水を行うようにしている。こうすることで、仮に天気予報が外れた場合も、最低限の量の灌水をできるようにしている。

### 3.5. データベース設計

本システムのデータベースで使用しているテーブルを図5に示す。本システムではデータベースを1つだけ定義し、その中に2つのテーブルを定義している。date テーブルはマイコンから送られた温度、土壌水分量、湿度のデータと記録時間を保存するために temp, earth, humi, datetime の4つのカラムを用意している。冬に灌水する場合は二週間に一度の頻度であるため前回の灌水月日を覚えてなければならない。そのため SeasonDate テーブルでは winter カラムを用意し灌水した月日を記録している。

1つのデータベースが、1つの灌水場所と対応しており、複数の異なる地点で灌水を行いたい場合、その地点の数だけデータベースを作ることによってシステムを拡張可能である。

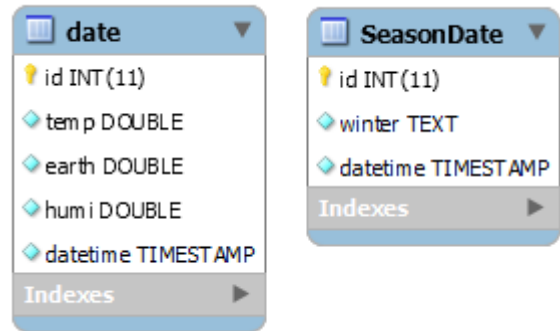


図5 使用しているテーブルの定義

### 4. 今後の実験の計画

本システムの有効性を検証するために、事前設定のみを使った灌水方法、事前設定と天気予報 API の双方を使った灌水方法の2つで、植物の生育の具合を比較することを検討している。生育の具合の指標としては、定期的に測定した草丈、茎の長さ、太さ、葉の数をを用いることを検討している。指標の生成方法としては、画像処理による自動測定、人による評価の2つを用いる予定である。

その他、実験の実施にあたって下記の事項を考慮する必要があると考えている。

- ・適当に水をあげてしまったら育たない植物を選ぶ必要がある。
- ・2つのシステムで実際に生育した植物の生育状況を示す。

赤：マイコン

青：サーバの制御プログラム

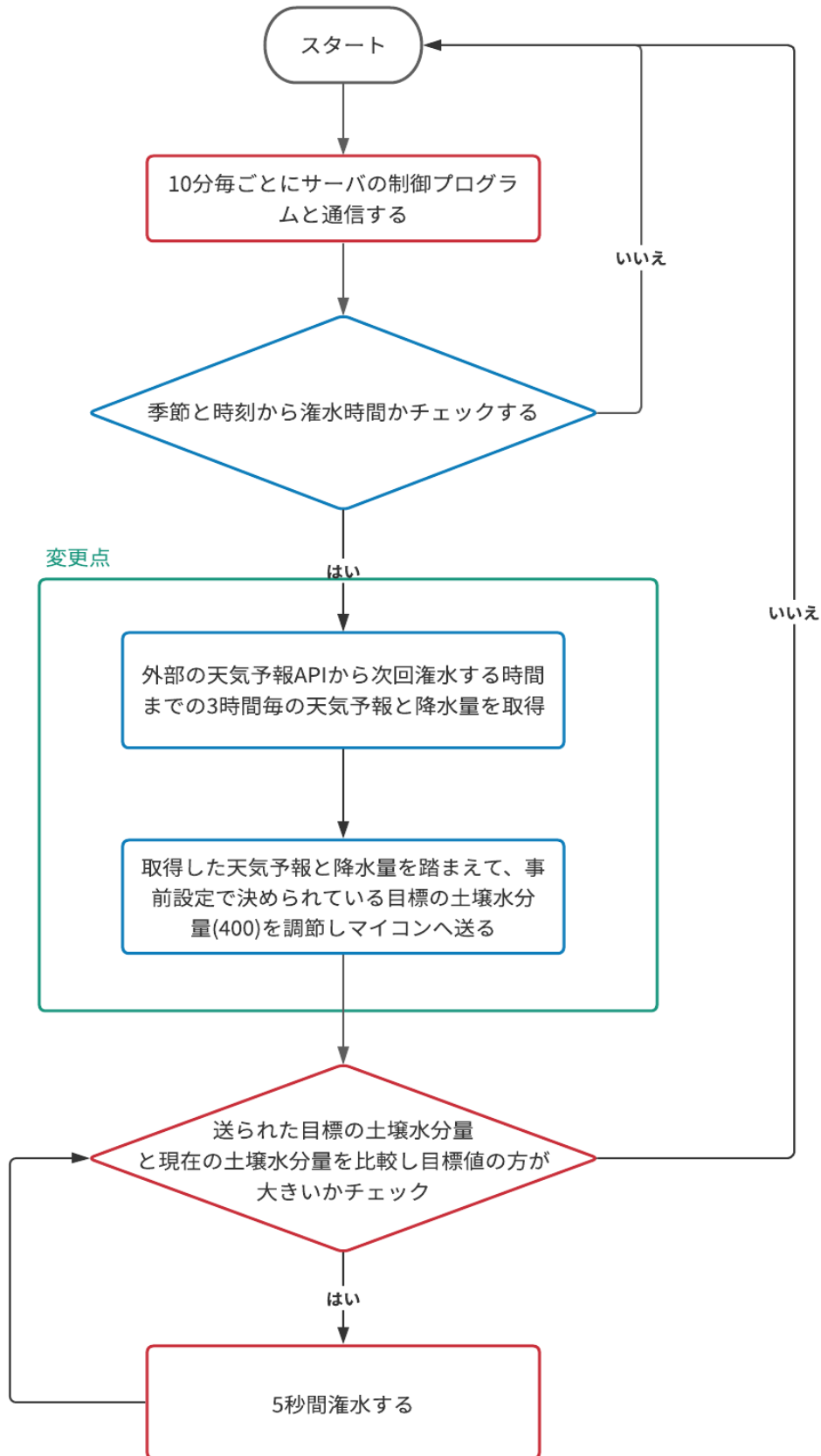


図4 事前設定と気象データを組み合わせた灌水処理の手順

- ・生育する植物，事前設定(季節とその植物に合わせた)を決めて，実験を開始する．
- ・実験中のシステムの全ての動作を記録しておく．(何日の何時にどれだけ水分をあげたか．土壤水分量も記録．降水量も毎日記録しておく)
- ・毎日(何日かに1回)，生育状況を確認するための写真を取る．そのために自動で写真などをとるシステムを導入する．

#### 参考文献

- [1] 宮崎彰，小島歩未 ら “土壌・植物における水分状態のモニタリングとそれに基づく灌水自動制御技術の開発”，四国支報 (Shikoku J. Crop Sci.) 57, pp. 12~13.
- [2] 川島和子，後藤ひさめ ら，“温室メロン栽培における点滴灌水の自動制御方式の相違が灌水パターンと生育，果実品質に及ぼす影響”，愛知県農業総合試験場研究報告 35 号, p. 65-71, 2003 年 12 月.
- [3] M5StickC,  
<https://m5stack.com/collections/m5-core/products/stick-c>, (参照 2022-5-23).
- [4] さくらインターネット VPS,  
<https://vps.sakura.ad.jp/>, (参照 2022-5-23).
- [5] M5STACK-EARTH-UNIT,  
<https://shop.m5stack.com/products/earth-sensor-unit>, (参照 2022-5-23).
- [6] OpenWeatherMap,  
<https://openweathermap.org/api>, (参照 2022-5-23).