

## 1 はじめに

DM-NOW は、ネットワーク経由で入力された環境値（気温、湿度、日射など）から、光合成速度や蒸散速度などを算出します。純光合成速度を最大にする温度も計算するので、その値を用いて温室の温度管理を合理化することができます。

## 2 機能

DM-NOW は、産業用ネットワークにおいて広く利用されている Modbus TCP プロトコルを用いてデータ通信を行います。制御用 PLC や PC から DM-NOW の Modbus アドレスに書き込みが行われると、その値を用いてリアルタイムにて環境情報及び作物情報を算出します。

入力する情報は、日時、気温、相対湿度、日射などで、それを元に計算される情報は、(1)露点温度、飽差、水蒸気密度、理論日射、当日および前日の日平均・夜平均、昼平均気温などの環境情報、(2)蒸散速度、光合成速度、呼吸速度、純光合成最適温度などの植物情報、(3)暖房負荷（必要暖房熱量）などのエネルギー情報の 3 つに大別されます。

計算された値は、任意のタイミングで制御用の PLC や PC から読み込むことができ、監視・表示用の PC やタッチパネルに表示することも可能です。

## 3 ハードウェア

動作に必要なハードウェアは、Raspberry Pi 3 Model B およびその完全互換機です。DM-NOW が収納された Micro SD カードを挿入し、電源（DC5V、2A 以上）を投入することで DM-NOW は動作します。

モニター、キーボード、マウス等の周辺機器は不要です。

## 4 接続

本体の LAN コネクタにイーサネットケーブルを接続し、ローカルネットワークに参加させてください。IP アドレスは固定で、192.168.1.51/24、デフォルトゲートウェイは、192.168.1.1 です。使用するポートは 502 です。現在の LAN の設定と異なる場合は、ルータ等を介してアドレスおよびポートの整合性を取る必要があります。

## 5 利用方法

Modbus ホールディングアドレスの 0～99 を PLC やタッチパネルからの書き込み（DM-NOW への入力）、100～199 を読み込み（DM-NOW からの出力）に使用します。書き込みおよび読み込みの間隔には明確な制限はありませんが、諸値の計算は約 10 秒に一回行われるため、それより短い間隔でのアクセスは意味がありません。あまりにも短時間間隔でのア

クセスの場合、DM-NOW の動作が停止する可能性があります。

個々の書き込みおよび読み込みアドレスの意味については、別表を参照願います。

## 6 接続可能機器

Modbus TCP マスター (クライアント) 機能のある機器ならばメーカーを問わず DM-NOW と通信することが可能です。また、Arduino、mbed、Raspberry Pi 等のマイコンにおいても Modbus TCP 通信を可能にするライブラリを導入することで DM-NOW にアクセスすることが可能です。

現在、非常に多くの Modbus TCP プロトコルを扱い可能な PLC、プログラマブル表示器が各社より市販されており、DM-NOW と通信が可能です。Windows パソコンにおいても、Modbus View TCP、Medford Modbus Viewer などのソフトウェアや SCADA ソフトウェア (PLC の情報を表示するためのソフトウェア) を利用することにより DM-NOW と通信が可能です。Modbus TCP 用の API ライブラリもいろいろあるので、パソコンやスマートフォン上のソフトウェアを作成することもできます。

## 7 DM-NOW 活用法

DM-NOW を利用することにより、以下のような利点が考えられます。

### (1) 日中の気温設定の参考値となる。

温室の温度設定は、自動制御を行っていてもその日の天候によって調整を行う必要が有ることが多いです。DM-NOW は、受け取った環境値 (気温、日射、湿度など) から乾物生産を最大にする (純光合成速度を最大にする) 温度を算出します。環境コントローラあるいは栽培者がこの値を利用して温室の気温を制御することで、天気や季節にかかわらず温室の温度環境を迷うことなく管理することが可能になります。

### (2) 瞬時および日積算同化量 (純光合成量) が見える。

リアルタイムで、純光合成速度が見えることで、現在の環境の良し悪しを数値として把握でき、環境管理の改善につなげることができます。また、一日の積算値も算出されるので、同化量と収量や品質との関連を分析することも可能になります。

### (3) 蒸散速度が見える。

蒸散速度は、土壌 (培地) 水分が不足していないときは、植物体内の水ストレスの指標になります。ある程度の値までは、問題なく吸水し、同時に養分吸収を行います。蒸散の要求が大きくなりすぎると、水ストレスを引き起こします。DM-NOW は、環境値から植物が水ストレスを受けていない場合の蒸散速度を推定するので、その値が大きくなると水ストレスを受けるのではないかと予想することができます。これにより、水ストレス回避のための加湿や灌水などの管理を積極的に行うことができるようになります。

### (4) 灌水管理に利用できる。

推定された蒸散速度は、葉面積あたりのものですが、これに群落（列や温室）あたりの葉面積をかけることにより、その温室で栽培中の植物の蒸散量が推定できます。この値を参考にして自動灌水を行うことで、合理的な灌水制御ができます。日射比例制御に比べて非常に精度の高い灌水管理ができることを確認しています。

(5) 成長速度や草勢の管理に使える。

DM-NOW は、昼、夜、全日の平均気温を算出します。日平均気温は、茎の伸長や果実の成熟に非常に強い相関を持ちます。一方、すでに述べた日乾物生産量（純光合成量）は、植物の総成長量の指標です。この日平均気温と日乾物生産量を組み合わせて考えると、温室内で成長している植物の草勢強度の管理に役立ち、昼平均気温、夜平均気温なども成長管理に利用できるでしょう。