

植物生育診断装置 (LED 誘起蛍光法)

1. 概要

LED と浜松フォトニクスマイクロ分光器を使用した植物生育診断装置を作成した。本装置で植物の生育診断ができるか調査を行った。本書では、本装置の技術概要と装置の評価結果をまとめる。

2. 技術内容

2.1. 一般的な技術

農業関係で今回のような光を当て、その反射光等を使用した技術は色々あり、実用化されている技術としては、農産物の糖度分析 (実用化)、農産物の成分分析 (栄養の含有、産地判別) 等 (研究段階) がある。

2.2. 植物生育診断技術 (LIF 法)

植物生育診断技術として、レーザー誘起蛍光(LIF: Laser Induced Fluorescence)法がある。

植物にレーザー光を照射することによって放出される蛍光には、植物の様々な情報が含まれており、LIF 法は植物の内部情報を知る上で有効な手段であると考えられている。¹⁾

2.2.1. 蛍光

蛍光は、以下の 01~04 のような現象が起き、蛍光が出る。²⁾

- 01. 葉が光のエネルギーを①吸収する。
- 02. ①吸収により、エネルギー準位が基底状態から励起状態へ遷移する。
- 03. エネルギー準位が励起状態から、基底状態へ戻る。
- 04. ②蛍光、光合成、熱放出等の現象が発生する。

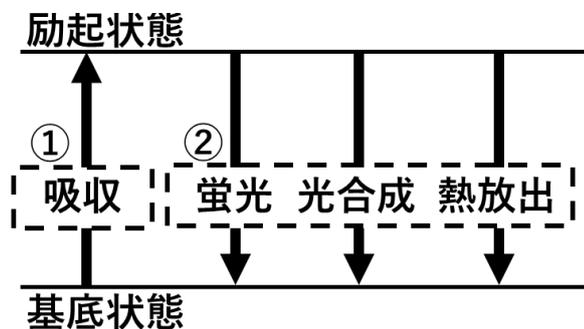


図 1 蛍光放出のメカニズム

2.2.2. 蛍光の解析

本開発では、植物の生育度を調べたい。そこで必要となる光の波長が 685nm, 740nm となる。参考文献によると、740nm/685nm の計算により、クロロフィル濃度 (植物生育度) を見ることができる。¹⁾

2.3. 植物生育診断装置 (LED 誘起蛍光法)

LIF 法では、レーザーを使用するが、今回はレーザーの代わりに LED に置き換え、装置を作成した。

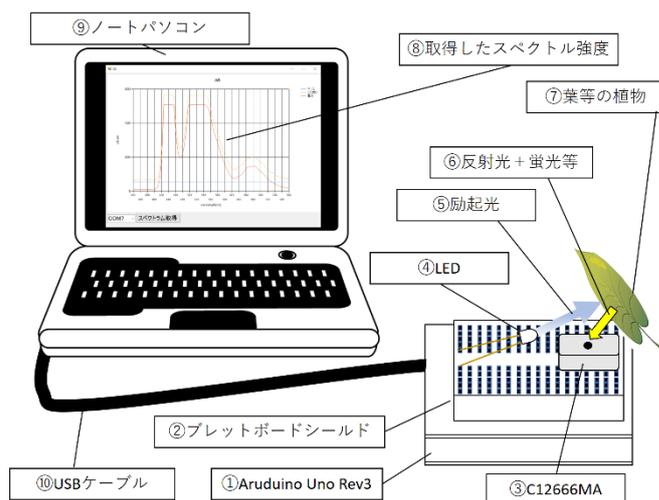


図 2 装置構成

【装置構成】

- ①Arduino Uno Rev3 : C12666MA と LED を操作し、スペクトルを取得し、PC へ送る
- ②ブレッドボードシールド : Arduino 用のブレッドボードシールド。C12666MA や配線をするための基板
- ③C12666MA : 浜松フォトニクス社のマイクロ分光器
- ④LED : 白色、紫外、青色、緑色、赤色のいずれか
- ⑤励起光 : ④の LED で使用する光。使用する光により⑥の反射光+蛍光が変わる。
- ⑥反射光+蛍光 : 使用する光により⑥の反射光+蛍光が変わる
- ⑦葉等の植物 : 主に緑色の植物
- ⑧取得したスペクトル強度 : Visual Studio C# 2015 で作成したアプリで①を操作し、スペクトルを取得し、波形として表示する。
- ⑨ノートパソコン : ⑧のアプリを動かすための PC
- ⑩USB ケーブル : ①と⑨をつなぐための USB ケーブル

2.4. 実験・解析

2.3 節の装置構成にて、街路樹 (アラカシ) の葉から出る蛍光の解析を行った。実験の風景は、図 3 のような形で、10 分置きに LED (白色、紫外、青色、緑色、赤色) 光を当てて、色ごとに波長を取得し、740nm/685nm の結果と線形近似の線もグラフ化したものをまとめた。葉が萎れていくにつれ、740nm/685nm の値は数値が段々と上がっていくことが確認できた。また、線形近似の線も右肩上がりに上がっていくことが確認できる。

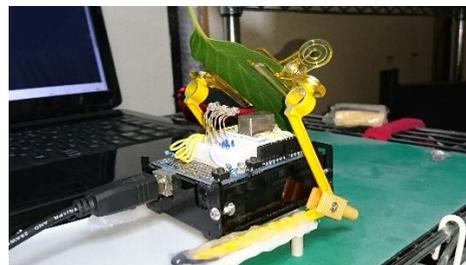


図 3 実験の様子

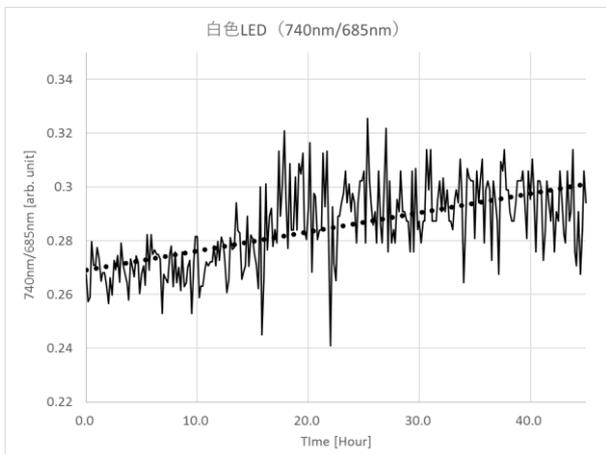


図 4 白色 LED (740nm/685nm)

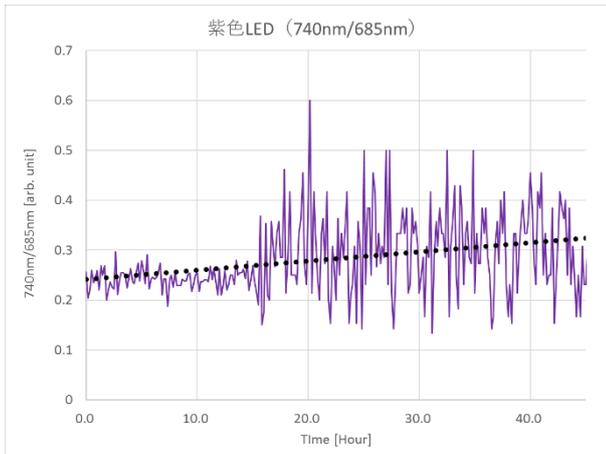


図 5 紫色 LED (740nm/685nm)

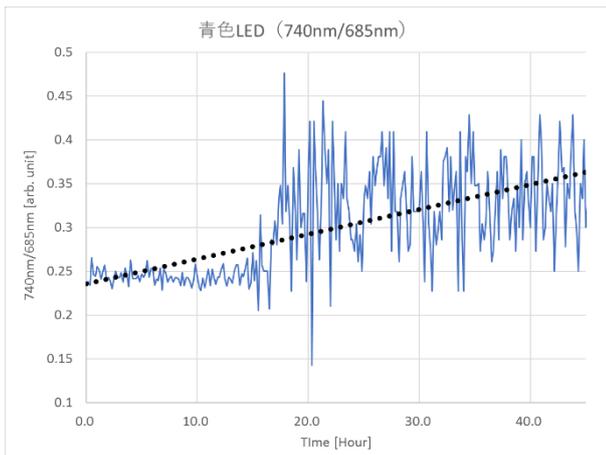


図 6 青色 LED (740nm/685nm)

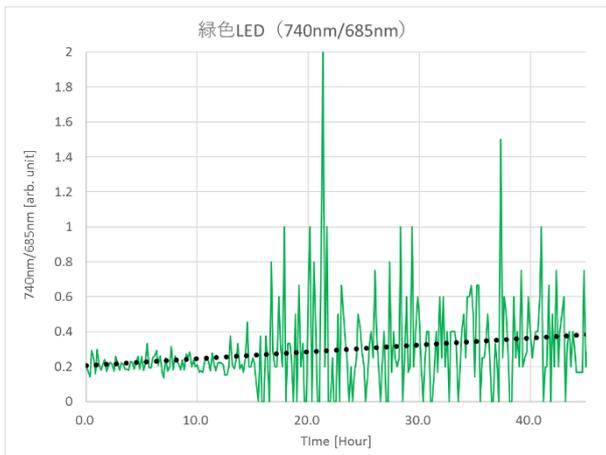


図 7 緑色 LED (740nm/685nm)

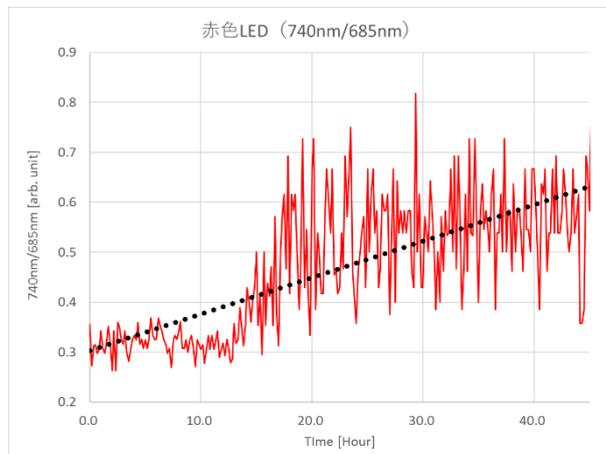


図 8 赤色 LED (740nm/685nm)

2.5. 結果について

現在のグラフ結果は、参考文献にある 1) のクロロフィル濃度がわかるレベルではない（光スペクトルの波形が論文のように取得できてない）ため、さらなる実験（LED の選定，光の当て方，光の取得時間の調査）と解析が必要な状況である。

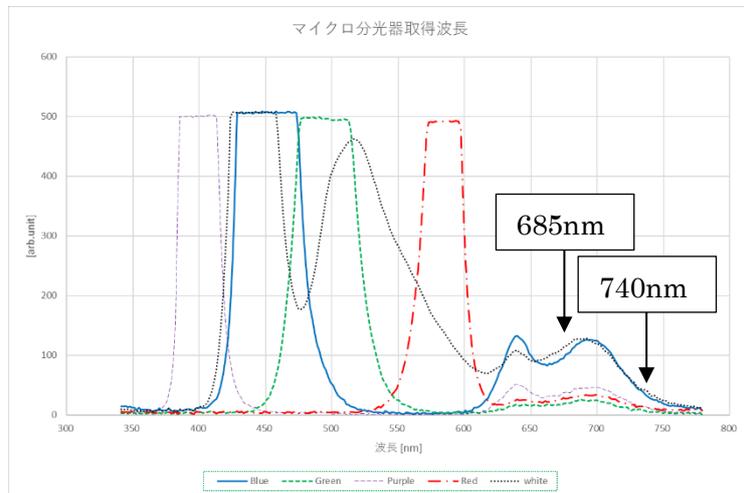


図 9 マイクロ分光器取得波長

2.6. 今後について

2.5 節で述べたさらなる実験と解析，また，文献で調査されているイチョウ等を対象に調査していきたいと考えている。また，画像を用いた計測もできるか試していきたいと考えている。また，本装置の進捗等は，ホームページで公開予定です。

URL : <http://nogue-lab.com/>

URL の QR コード

※QR コードは株式会社デンソーウェーブの登録商標です。



3. 参考文献

- 1) 原口力也, 栗原康仁朗, 小林史利, 川原琢也, 野村彰夫, 齊藤保典 蛍光イメージングライダーによる樹木クロロフィル濃度分布の遠隔計測 第 21 回レーザーセンシングシンポジウム
- 2) 今井彰仁 植物生葉クロロフィルの遠隔蛍光寿命計測のためのピコ秒ライダーに関する研究 平成 16 年度信州大学大学院工学系研究科修士学位論文