

スイカ栽培における育成・収穫管理技術の開発

Development of Breeding and Harvest Management Technologies in Watermelon Cultivation

楠本雄裕

Katsuhiko Kusumoto

電子・有機素材研究所 電子システム担当

ハウス内において栽培されるスイカについて、その生育位置を管理するために無線通信技術を活用した位置検出方法について検討を行った。位置検出に必要な通信距離の算出を通信電力値によって行う方法について検証実験を行った結果、誤差を含むものの距離算出が可能であることを確認した。

1. はじめに

鳥取県中部地域においてスイカが盛んに栽培、出荷されている。近年は、受粉作業の際に受粉マーカを使用し、複数色のマーカの取り付け日を基準として、標準的な育成期間を参考にすることで栽培管理を行っている。出荷の際には、出荷を行う 2 日前に選果場へ出荷個数を報告する必要がある。そのため、収穫時期のスイカが何個あるのか、そのスイカが圃場内のどの位置にあるのかを、受粉マーカを頼りに広い圃場内を探し回り、手作業で集計、管理を行っているが、見落としなどが発生し、報告した出荷個数と実際の収穫個数が一致しないことが発生する。

正確な栽培、出荷管理を行うためには、①受粉マーカの色、②取り付け場所、③取り付け時期の管理が必要である。現状では色、時期の管理は既存の手法で可能であるが、取り付け場所の管理技術の確立が必要となる。そこで、無線通信技術を活用し、ハウス内での位置を検出する方法について検討を行った。

2. 位置検出方法の検討

2.1 通信電力の変化の確認

無線通信モジュールの通信電力の値を利用し、位置検出の方法を検討するため、実験室内において 2 つの無線通信モジュール間の距離を 10cm ずつ 100cm まで離していき、通信電力の強度変化を確認した。実験の

様子を図 1 に示す。無線通信モジュールには、モノワイヤレス (株) 製 TWELITE、マイコンには ArduinoUNO を使用した。TWELITE は 2.4GHz 帯を使用する無線通信モジュールである¹⁾。

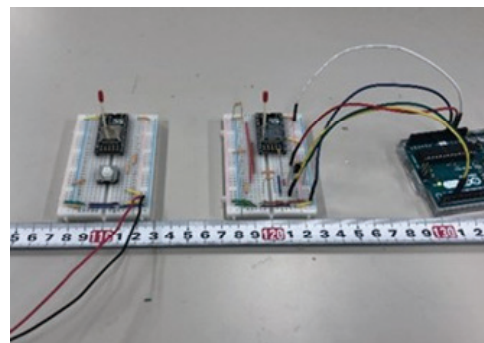


図 1 通信電力変化の確認実験

2.2 距離算出方法の検討

式 (1) に電波強度から距離を求める式を示す。

$$r = 10^{\left(\frac{A-RSSI(r)}{10B}\right)} \quad (1)$$

ここで、 r は距離、 A は 1m の距離における電波強度、 B は電波の減衰表す定数 (一般には 2)、 $RSSI(r)$ は測定点での電波強度である。

今回実験に使用した無線通信モジュールである TWELITE は、電波強度値を出力することはできず、通信電力値のみ出力することが可能である。そこで、式 (1) に含まれる電波強度値の部分通信電力値に置き換えることで、位置検出に必要な距離の算出が行うことが可能であるか検証実験を行った。

最初に、位置を固定した基準局の TWELITE を 2 セット、位置を移動させる移動局の TWELITE を 1 セット用意し、各基準局に対する 1m 距離での移動局との通信電力値を測定しておく。それらを、実験室内のテーブル上に設置し、図 2 に示す位置に移動局を設置して通信電力値を測定し、その各測定結果を式 (1) に代入して距離の算出を行った。2 つの基準局に対する移動局の距離を求めることができれば、各基準局の座標と距離を半径とする円の交点から、移動局の位置を二次元的に算出することが可能となる²⁾。

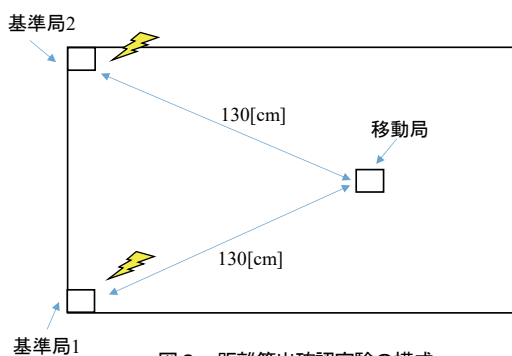


図2 距離算出確認実験の構成

3. 結果と考察

3.1 距離に対する通信電力の変化

図 3 に 2 つの TWELITE 間の距離を 10cm ずつ 100cm まで変化させた際の通信電力値の変化を示す。図 3 については、同様の実験を電波暗室内で行った結果も合わせて示している。なお、通信電力値は 10 回の測定値の平均とする。本来通信電力値は距離が離れるに従って比例して減少する。そのため、実験室内で測定した結果と電波暗室内で測定した結果は、同様な減衰傾向を示すべきであるが、一部で増加している。これは、実験室内の壁や設置物等に反射した電波を受信したことが影響していると考えられる。

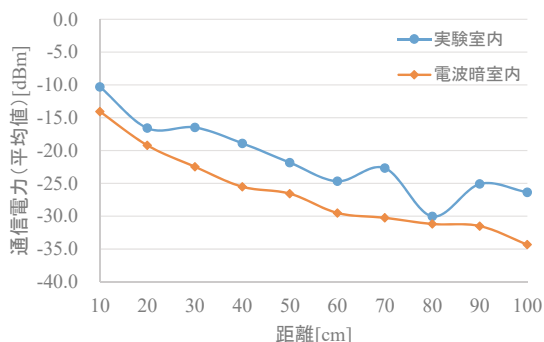


図3 距離に対する通信電力の変化

3.2 距離算出の実験結果

表 1 に各基準局に対する距離 1m の通信電力値、表 2 に測定点での通信電力値、表 3 に測定した通信電力値から式 (1) を用いて算出した各基準局に対する移動局の距離を示す。表 4 の結果から、基準局 2 に対しては多少の誤差があるものの、近い距離を算出できていることがわかる。しかし、基準局 1 に対しては、誤差が大きくなっている。これは、測定点において計測した通信電力値が、反射等の影響により、距離 1m 地点で計測した通信電力値よりも増加したことが原因であると考えられる。つまり、通信電力を誤差なく測定することができれば、式 (1) によって距離算出が可能であり、位置推定に利用できると思われる。

表 1 距離 1m 地点での通信電力

	基準局 1	基準局 2
最大値 [dBm]	-29.2	-27.1
最小値 [dBm]	-30.3	-28.2
平均値 [dBm]	-29.4	-27.9

表 2 測定点での通信電力

	基準局 1	基準局 2
最大値 [dBm]	-27.1	-29.2
最小値 [dBm]	-28.2	-30.3
平均値 [dBm]	-27.7	-30.0

表 3 通信電力による距離算出結果

	基準局 1	基準局 2
算出結果 [cm]	82.4	127.4
誤差 [%]	36.6	2.0

3.3 ハウス内での確認

距離算出の実験結果を受けて、実際にハウス内でも同様に通信電力を測定し、距離の算出実験を行った。ハウス内での実験は、基準局をハウス上部のパイプ材に固定し、移動局は地面付近で、基準局から 130cm の位置に手で保持する形で設置した。実験結果を表 4 から表 6 に示す。表 6 に示す距離の算出結果から、実験室内で行った際よりも誤差が大きくなっている。これは、移動局を特定の位置に固定して設置せず、人の手

で保持していたために、人体によって電波が反射、吸収されたことが影響していると考えられる³⁾。また、今回ハウス内では何も栽培していない時期に実験を行ったため、実際に利用を想定する環境では、スイカの葉や農業用資材等により通信電力の計測誤差がさらに大きくなることが予想される。実験に使用した TWELITE のアンテナは、無指向性であったため、指向性アンテナの使用や、アンテナの取り付け位置、角度の調整などを検討することで、通信電力の計測誤差の軽減が可能であると考えている。

表4 距離 1m での通信電力 (ハウス内測定)

	基準局 1	基準局 2
最大値[dBm]	-42.6	-42.6
最小値[dBm]	-43.9	-51.3
平均値[dBm]	-43.6	-44.2

表5 測定点での通信電力 (ハウス内測定)

	基準局 1	基準局 2
最大値[dBm]	-47.1	-47.1
最小値[dBm]	-49.2	-51.3
平均値[dBm]	-48.1	-49.2

表6 距離算出結果 (ハウス内測定)

	基準局 1	基準局 2
算出結果[cm]	168.8	176.5
誤差[%]	-29.8	-35.8

4. おわりに

ハウス内で栽培されるスイカについて、その生育位置を管理するため、無線通信技術を活用した位置検出方法について検討を行った。

無線通信モジュールの通信電力値を利用し、モジュール間の距離算出について検証を行った結果、ある程度の誤差があるものの、距離の算出が可能であることを確認した。これにより、基準局の座標と算出した距離による移動局の位置推定が可能であると考えられる。通信電力の計測誤差が距離の誤差に大きく影響するため、指向性アンテナの使用や取り付け位置、角度の調整により、精度よく無線通信を行う方法を検討する必要がある。

文献

- 1) 大澤文孝； TWE-Lite ではじめるカンタン電子工作，工学社，p.58-79(2014)
- 2) 酒井瑞樹，森田裕之； Bluetooth を用いた屋内位置推定手法の提案，経営情報学会 全国大会要旨集 2016 年秋季全国研究発表大会，p.53-56(2016)
- 3) 総務省 東海総合通信局「電波の人体に対する影響」
<http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/denpa/jintai/>