

## 水田除草用ロボットのための GPS 測定装置による 観測点分布の調査と要因解明

### Investigation and Factorial Analysis of Observation Points Distribution Using GPS Modules for Weeding Robot

○神ノ門真吾, 大山良明, 嶺田築, 横川真美, 松本拓, 中澤遙菜, 阿部文明, 本多健,  
中村啓太, 成瀬継太郎

○Shingo Kaminokado, Yoshiaki Oyama, Kizuku Mineta, Mami Yokokawa, Taku Matsumoto,  
Haruna Nakazawa, Fumiaki Abe, Takeru Honda, Keita Nakamura, Keitaro Naruse

会津大学

University of Aizu

キーワード：GPS, 水田除草用ロボット (Weeding Robot), 位置測定(position  
determination), 自動走行(automatic traveling)

連絡先：965-8580 福島県会津若松市一箕町鶴賀字上居合 90

会津大学 コンピュータ理工学部 コンピュータ理工学科 画像処理学講座

神ノ門真吾, Tel.:0242-37-2500, E-mail:s1220230@u-aizu.ac.jp

#### 1. はじめに

近年農薬を使わない栽培方法が消費者に注目されるようになり, 様々な方法で無農薬栽培が試みられている. 農薬を使用する目的は, 防虫, 除草, 農作物の病気の予防, 抑制など様々であるが, 不適切に使用した場合健康に対する影響や, 環境負荷は免れない. その為, 単位面積当たりの農薬使用量が世界でトップクラスの日本において, 無農薬栽培が課題となっているのは必然的である.

農薬を使わずに水田の除草をする方法の一つに代掻きが挙げられるが, この手法は農薬を使用する栽培と比較して労働力と時間が余計にかかる. それを軽減するために我々の研究グループは, 水田除草用ロボットを開発している[1]. この水田除草用ロボットは, GPS 測定装置による位置測定を行い, 自動で水田内を駆動し除草する. 本研究では, 水田除草用ロボットの自動走行に使用する GPS 測定装置による観測点分布を調査し, 要因解明をすることで精度の高い位

位置測定を目的とする。

## 2. 事前考察

GPS モジュールの位置測定による位置情報のずれの要因として、GPS モジュールの個体差、取得衛星数、仰角、信号強度、PDOP 値(位置精度低下率)、GPS モジュールの種類などが挙げられる。本研究では、各 GPS モジュールとこれらの値の関係を調査する。

## 3. 実験

本研究では 2 種類の GPS モジュールを採用した。

### 3.1 使用モジュール

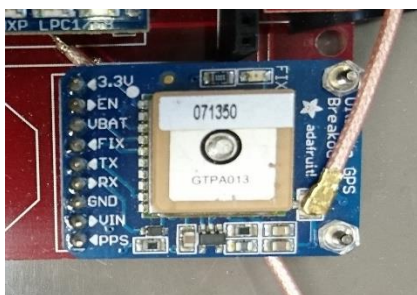


Fig. 1 AdaFruits



Fig. 2 U-blox

- AdaFruits Ultimate v3 (Fig. 1)  
平均誤差半径：3.0m  
アップデートレート：最大 10Hz  
初動時間：コールドスタートで 34 秒
- U-blox MAX-8Q (Fig. 2)  
平均誤差半径：2.0m

アップデートレート：最大 15Hz

初動時間：コールドスタートで 29 秒

### 3.2 実験手順

- ① GPS モジュールとアンテナを用意する。
- ② 地上高 1m 地点に GPS モジュールとアンテナを用意する。(Fig. 3)
- ③ それぞれ取得した情報を比較し考察をする。



Fig. 3 実験風景

### 3.3 実験内容

本研究では 3 種類の実験を行う。

実験 1.

位置座標と取得衛星数、仰角との関係性を調査するために、AdaFruits 2 台(GPSA, GPSB とする)を使用する。

実験 2.

それぞれの改善策を施した GPS モジュールと実験 1 の結果を比較し、改善策が妥当なものであるか調査するために、AdaFruits 3 台 (GPSA(シールドあり), GPSB(距離あり), GPSC とする)を使用する。GPSA(シールドあり)は鉄板をアンテナの下に敷き、マルチパスの発生を防ぐ。GPSB(距離あり)は GPS モジュールをロボットを動かす mbed から

離すことで, mbed からの 2 倍波, 3 倍波の影響を無くす. GPSC は実験 1 と同様の条件.

### 実験 3.

RTK-GNSS により基準点を 1 点置き, 基準点とのずれ, ばらつきを比較し, 2 つの GPS モジュールの性能比較をするために, AdaFruits 3 台(Ada1, Ada2, Ada3 とする), U-blox 2 台(Ublox\_5V, Ublox\_12V とする), RTK-GNSS を使用する. また, PDOP 値と信号強度を比較することで高精度測位が行えているか調査する. PDOP 値(位置精度低下率)は 1 のとき測位精度が最も良く, 値が大きくなると測位精度が低下する. また, PDOP が 2.75 以下の場合高精度測位が可能といえる. 信号強度は, 最大 65dB で, 45dB 以上のとき高精度測位が可能といえる.

## 4. 結果および考察

実験 1 における GPSA と GPSB の位置座標を Fig. 4 に示す. GPSA, GPSB とともに大幅なばらつきがみられるが, 緯度経度ともに GPSB の方がばらつきは大きい. 衛星番号ごとの仰角を Fig. 5, Fig. 6 に示す. GPSA, GPSB とともに, どの時間帯を見ても, 9~10 機の衛星を取得しており, 衛星番号ごとの仰角にほぼ違いが見られないことから, 取得衛星数と仰角は位置情報のずれの原因ではないといえる. GPSB の取得座標のばらつきが GPSA の取得座標のばらつきより小さくなることなく, 取得座標のばらつきの原因は個体差によるものが大きく影響していると考えられる.

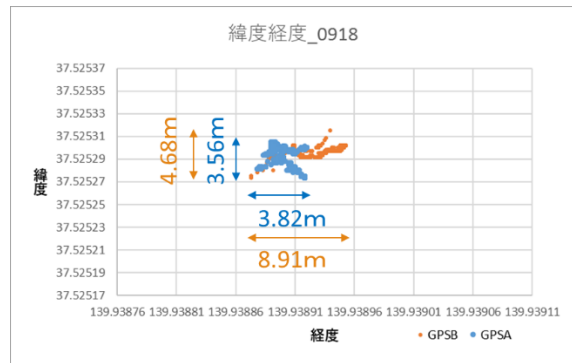


Fig. 4 GPSA と GPSB の取得座標

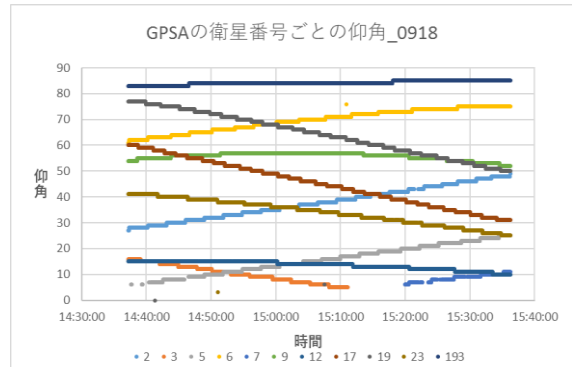


Fig. 5 GPSA の衛星番号ごとの仰角

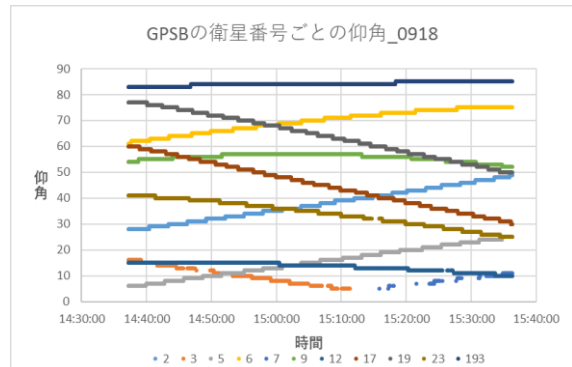


Fig. 6 GPSB の衛星番号ごとの仰角

実験 2 におけるそれぞれの改善策を施した結果を Fig. 7, Fig. 8 に示す. 日にちによって改善が見られないものもあるが, 平均的に見て改善策により位置座標のばらつきは抑えることができたといえる. Fig. 9 にあるように, 改善策を施さなかった GPSC の位置座標のばらつきが一番小さいので, 個体差によるものの影響が一番大きいと考えられる.

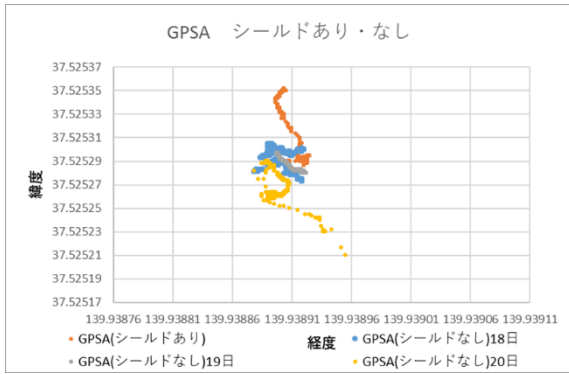


Fig. 7 GPSA シールドあり・なし

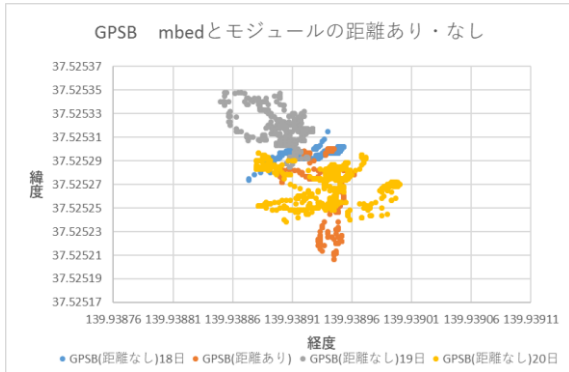


Fig. 8 GPSA mbed とモジュールの距離あり・なし

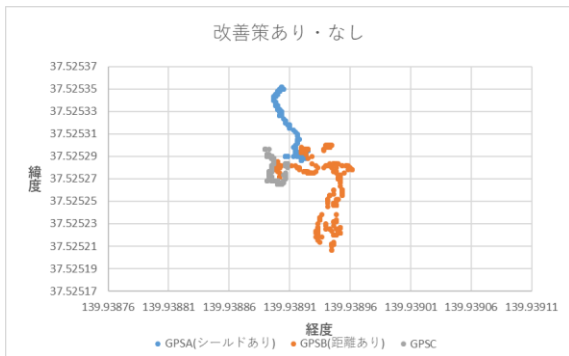


Fig. 9 改善策あり・なし

実験3における取得座標の15分経過毎の様子を Fig. 10, 11, 12, 13 に示す. U-blox に関しては, 5V のものと 12V のもので精度を比較した際, 5V のものの方が真の位置に留まり続けたので, 供給する電圧は関係なく, 個体差の可能性がある. Fig. 14, 15, 16, 17 にあるように信号強度は, AdaFruits, U-blox とともに基準の 45dB 以下であったが, U-blox は信号強度が 0 になることはなく安定していた. Fig. 19, 20 にあるように, PDOP 値は基準の 2.75 以下の場合がほとんどであった

為, 高精度測位ができていたといえる.

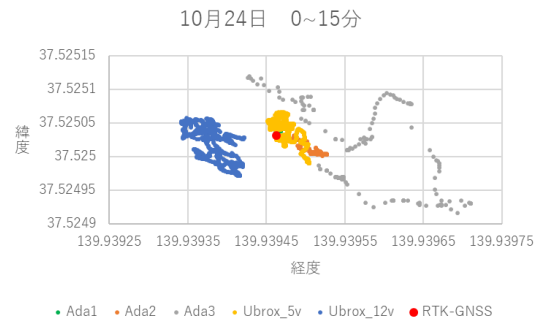


Fig. 10 0~15 分の取得座標

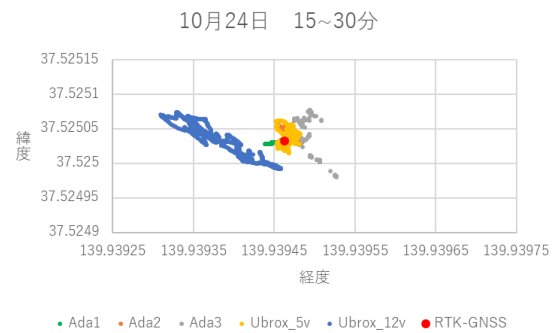


Fig. 11 15~30 分の取得座標

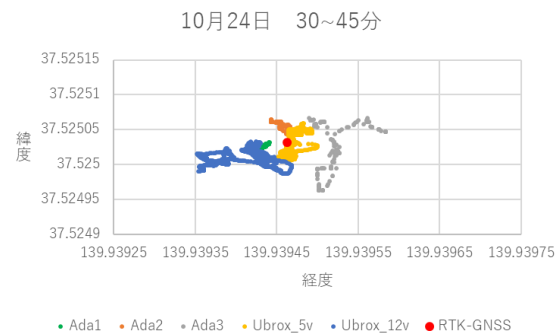


Fig. 12 30~45 分の取得座標

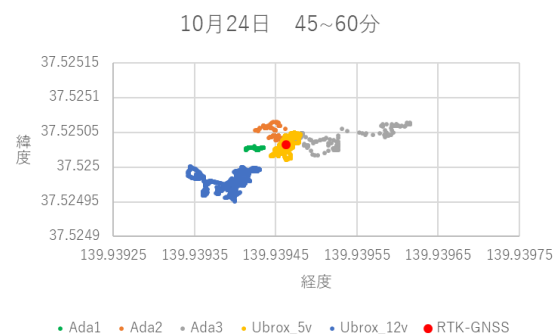


Fig. 13 45 分~60 分の取得座標

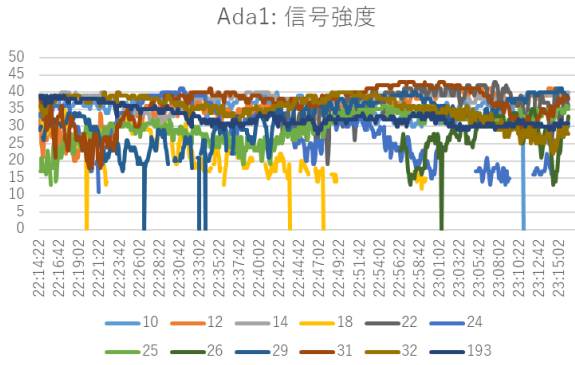


Fig. 14 Ada1 の信号強度

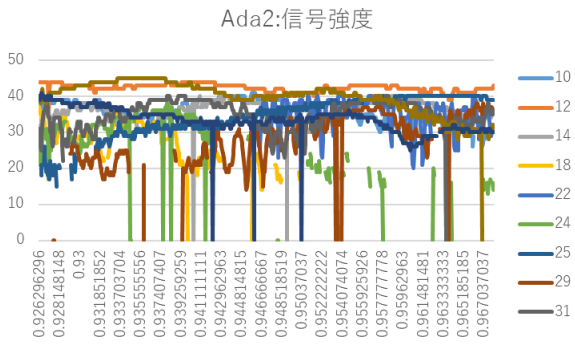


Fig. 15 Ada の信号強度

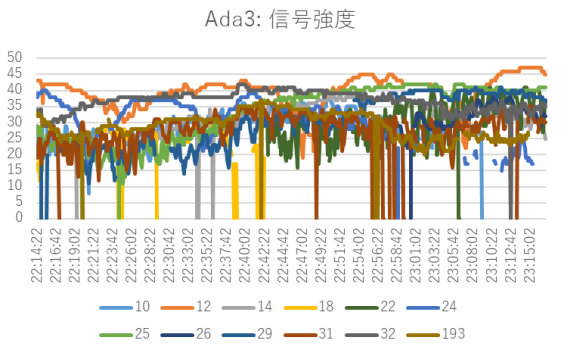


Fig. 16 Ada3 の信号強度

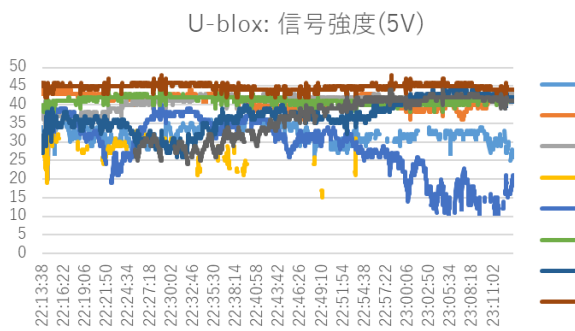


Fig. 17 U-blox(5V)の信号強度

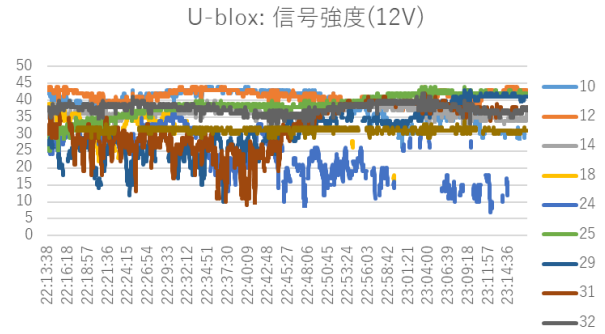


Fig. 18 U-blox(12V)の信号強度

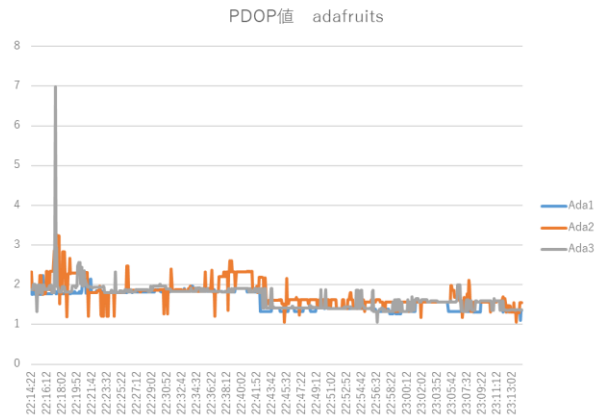


Fig. 19 AdaFruits の PDOP 値

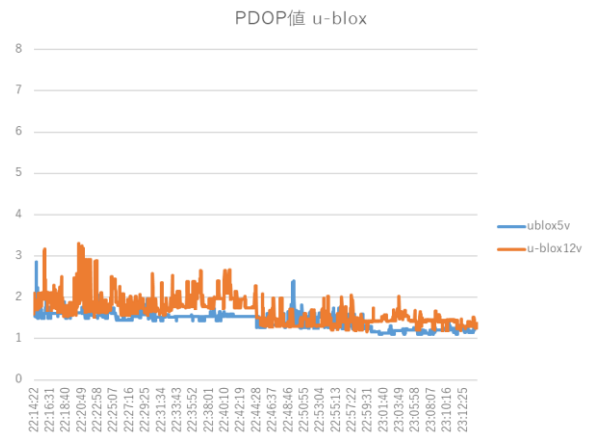


Fig. 20 U-blox の PDOP 値

## 5. おわりに

様々な要因を事前考察し、実験を行ったが、一番影響が大きかった要因は個体差であった。しかしながら、シールドをアンテナの下に敷き、mbed とアンテナを離すなどの改善策も妥当であるといえる。今後の課題として、他の改善策、信号強度の向上などが

挙げられる.

#### 参考文献

- [1] 丸山敦規(会津大学), 成瀬継太郎(会津大学): 水田除草用ロボットの車輪の軟弱地盤における駆動力モデル, 2015 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, O63
- [2] 堀 勝也, 下荒地勝治, 星 仰: GPS 衛星の個数による測位誤差の分析, 土木学会論文集, No. 562/IV-35, 141-149, 1997.4
- [3] AdaFruits :<https://www.adafruit.com/product/746> accessed day 11/21/2016
- [4] U-blox : <https://www.u-blox.com/ja/product/max-8-series> accessed day 11/21/2016