

(10) 自動走行に必要な環境整備、通信技術等

ア) GNSS位置補正情報

- ① 現在、平地における農業機械の自動走行など農作業に不可欠な高精度な測位を実現するためには、GNSS衛星からの受信信号のほかに、位置補正情報を利用することが必要となる。位置補正情報の利用方法は、地上に設置した基準局から補正信号を無線で配信・受信するRTK-GNSS方式と、国土地理院が設置した電子基準点網から生成される位置補正情報を、スマートフォン等を使用したインターネット回線（プロバイダとの契約）を通じて受信するVRS方式又はRRS方式とがある。市町村単位などの広域で位置補正情報の利用を図る場合は、RTK-GNSS方式が採用されていることが多い。

[資料6(10)－1 位置補正情報の利用方式]

[資料6(10)－2 RTKとVRSの違い]

[資料6(10)－3 北海道におけるRTK-GNSSの市町村別利用状況マップ]

[資料6(10)－4 RTK-GNSSの導入事例(国営妹背牛地区(北海道))]

- ② 一方、2018年11月に準天頂衛星システムみちびきの高精度測位サービスが開始されており、今後、みちびきによる高精度測位技術の開発が進み、農業機械の自動走行にもみちびきの情報が利用可能となることが期待されている。このため、位置情報に関する環境整備に当たっては、みちびき等による技術開発の進展を踏まえつつ、地域の営農に求める精度、現在及び将来的な需要、経済性などを総合的に勘案した上で、RTK-GNSS基地局設置の必要性を含め検討する必要がある。
- ③ なお、RTK-GNSS基地局のうちデジタル無線式の場合は、基地局を設置する際に、ほ場周辺の防風林や民家などの構造物が電波を遮るおそれがあることに留意する必要がある。また、各種自動走行農機への適用性、受信が必要なエリア、基地局の維持管理方法についても、関係者を交え事前に充分協議することが望ましい。
- ④ 建設工事、土木工事等でもRTK-GNSSを利用した施工が普及している。無線方式の場合、これらとの混線、占有による問題が生じないように、ユーザー見込み、地域条件等を事前に検討し、利用する通信方式を決定する必要がある。岩見沢市では、農業者利用専用の無線帯の許可をユーザー（農家グループ）で取得しており、無線帯の混線・占有等を未然に防ぐ取組を実施している。

○資料6(10) - 1 位置補正情報の利用方式

補正情報の種類	概要	必要設備・機器	費用の目安
DGPS (MSAS)  精度 50cm～ 5m前後※2	DGPS (Differential GPS) は、あらかじめ正確な位置が分かっている地点の基準局が発信する補正信号を受信してGPS測位の精度を向上させるシステムです。日本周辺では、MSAS※1 (静止衛星ひまわりによる補正信号) が無償で利用できます。機器によってはOmniSTAR等有償のDGPSも利用できます。	—	無償 (MSASの場合)
RTK  精度 2～3cm 前後	RTK (Real Time Kinematic) は、地上に設置した基準局から発信する補正信号を受信してGPS測位の精度を向上させるシステムです。 デジタル簡易無線機方式 固定または移動型の基準局を個別に設置し、デジタル無線機で補正情報を送信。移動局(トラクタ)側のデジタル無線機で補正信号を受信します。使用可能エリアは無線の到達エリア内です。 Ntrip方式 個別に設置した基準局で取得した補正情報をNtripサーバを使用しインターネット経由で配信。専用アプリをインストールしたスマートフォン等で受信します。使用可能エリアは携帯電話でインターネット接続可能なエリア内です。	デジタル簡易無線機方式 基準局設置費用 アンテナ/受信機 デジタル無線機 Ntrip方式 モバイル機器 基準局設置費用 専用アプリ 受信契約	有償 約 300 ～ 400万円
VRS  精度 2～3cm 前後	VRS (Virtual Reference Station) は、国土地理院が設置した電子基準点網から生成される補正情報を、スマートフォン等を使用して、インターネット回線を通じて受信し、GPS測位の精度を高める方法です。VRSのサービスプロバイダとの契約によって、全国どこでも携帯電話の電波のエリア内で利用できます。	モバイル機器 アンテナ/受信機 受信契約等	有償 (30万円程度/年)

※1 MSASとは、静止衛星から位置補正情報を受信してGPS測位の精度を高めるDGPSシステムである。SBAS(静止衛星型衛星測位システム)の日本版のシステムです。アメリカではWAAS、ヨーロッパではEGNOSなどのSBASが運用されています。※2 KSRU、GPASは20～60cm程度

資料：クボタGPSガイダンスシステムガイドブック

○資料6(10) - 2 RTKとVRSの違い

	RTK	VRS (ネットワーク型RTKの一種)
概要	RTKは、測りたい移動局(観測点)の他に、固定型、移動型など、実在する基準局の設置が必要となる測位方式です。位置情報をリアルタイムに算定し、移動局(観測点)の測位を行います。 	ネットワーク型RTKは、VRS配信会社などのサービスプロバイダが、国土地理院が設置した電子基準点から求めた補正情報(位相差)を、通信回線(インターネット)から受信して測位を行う方式です。VRSは仮想基準点方式で補正情報を求めているので、基準局の設置は不要です。
利用可能なGNSS (衛星測位システム)	GPS衛星の他、GLONASS衛星も利用可。	GPS衛星の他、GLONASS衛星も利用可。
費用	基準局の設置が必要なため、初期費用(システム構築費用)の負担は大きいですが、導入後の通信費、配信費等は比較的安く抑えられる。	基準局の設置が不要なため、初期費用は低く抑えられる。VRS配信会社との契約が必要で、登録料・配信料・通信料などの費用が、年単位、月単位で必要となる。
導入	法人等で導入しているケースのほか、自治体等による基準局の設置もみられる。	比較的、個人での導入もしやすいといえる。

資料：クボタGPSガイダンスシステムガイドブック

イ) 画像解析による直進走行

- ① 画像センサーとAIにより、ほ場内を直進走行する自動走行農機も市販化されている。トラクタのキャビン内の上部に設置された単眼カメラの画像をCPUで解析することで、直進走行機能と追従走行機能の2種類の自動操舵機能を実現している。
- ② 直進走行機能では、トラクタ前方の目標地点の遠方風景をカメラが記憶し、その風景に向かって直進走行する(図1)。図2はカメラ画像の解析例。赤枠線内が記憶して追跡する風景で、普通の風景の明暗情報を記憶する。同時にカメラ画像の手前の白枠線のように、地面の位置を画像上で追跡することで、トラクタの横方向の位置ズレを検知し、直進走行を制御する。

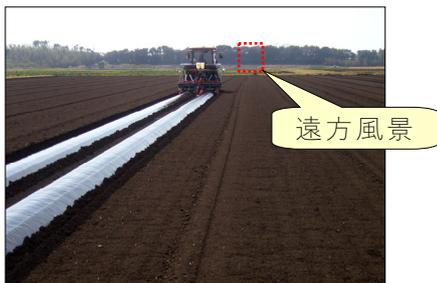


図1 直進走行機能による畝立て作業の例

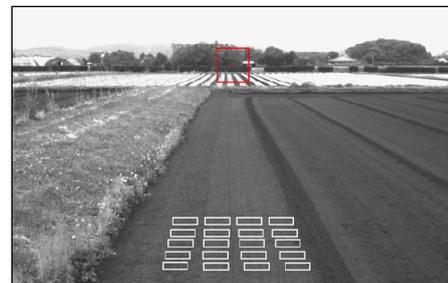


図2 直進走行機能での画像処理の例

- ③ 追従走行機能では、前工程の作業跡やマーカ-跡等を検出し、これらと一定間隔を保って追従走行する(図3)。図4はカメラ画像の解析例で、まずトラクタの前方10m付近の地面の凹凸形状(図4の白点列)を計算し、続いて地面の凹凸形状から、前工程の作業跡(図4右側の赤線)やマーカ-跡(図4中央の赤線)の位置を検出して走行を制御する。



図3 追従走行機能による畝立て作業の例

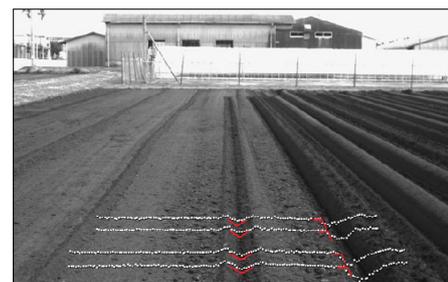


図4 追従走行機能での画像処理の例

- ④ システムはカメラとCPUが一体化した画像処理ユニット、ハンドルを回すステアリングユニット、舵角センサー等で構成され、既存のトラクタに後付けが可能である。システムはステアリングユニットの上面にあるボタンで操作でき、またWi-Fiを介してスマートフォンと接続し、カメラ画像や動作状態を見ることができる。カメラは取付け位置の精密な調整等が必要で、システムを装着可能なトラクタの機種は限定されている。また、GNSSやインターネット等の通信環境は不要で、スタンドアロンで動作するが、夜間や濃霧、夕方の逆光などの条件では、適切な機能が得られない場合がある。