

Six steering systems in profi's sights

ヨーロッパ最新自動操縦システム

独プロフィ誌厳選の6メーカー

自動操縦システムは、オペレーターにかかる負担の軽減とともに、作業効率の改善、時間と燃費の節約など幅広いメリットがある。未来型農業のさきがけだ。しかしヨーロッパでは、月単位で新たな商品が登場するため、経営に合わせた最適な選択は難しい。価格と精度がシビアに比例する商品だけにそれは当然と言える。今回は、遠からず日本の農業現場にも登場するであろう自動操縦システムを、独プロフィ誌から紹介する。

位置補正技術でシステムを比較する

GPS（全地球測位システム）を使ったナビゲーション技術は、ここ数年で飛躍的に進歩している。これを農機に導入し、同時に複数の機械操作をさせる動きが世界的な動きになっている。自動操縦システムはさまざまな農業車両に装備でき、視界が悪いとき、特にその真価を発揮する。オペレータは作業機操縦に集中できるため、1日当たりの作業効率は増大する。加えて、ますます重要度が増す燃料費の節約にもつながる。

それでは、どの自動操縦システムもすべて同じかと言えば、そんなことはない。多くの点で違いがあるが、そのひとつに動的精度が挙げられる。動的精度とは、一定の時間単位で計測され、GPS信号の誤差で自動操縦システムがどれくらい影響を受けるかを示すものだ。この精度が高くないと、車両に正確な軌道を進ませることができない。動的精度は、15分間でどれくらい正確な軌道とずれるかで表現する。

最も高精度の自動操縦システムには、RTK※1技術が使われている。この技術は、各地方にある基準局を使って農業機械に補正信号を送信する。さらに、米オムニスターなどの静止衛星を用いて信号を補正するシステムもある。オムニスター社では、複数の衛星からの信号のほか、自社の基準局からの信号も合わせた補正データを提供している。

精度が最も劣るシステムは、オムニスターVBSのような衛星のみで信号補正をするサービスだ。この

システムは、複数衛星から送られる信号で位置を補正する。

高精度の作業が求められる場合は特に、傾斜地でどれくらい補正されるかを調べるとよい。機体が傾いたまま動くと、キャビンに装着したアンテナが機体中心部より大きく外れ誤差が生じやすいからだ。

システムの互換性は重要なポイントだ。最高の自動操縦システムであっても、自分のトラクタやコンバインとマッチングしなくては意味がない。また、1つのシステムを農場にある複数の機体に付け外しさせようとするのであれば、1つの機体から別な機体へと簡単に脱着できることが求められる。

プロフィ編集部は、ヨーロッパの農機メーカーで現在販売されている自動



自動操縦システムは、機体に常に正しい進路をとらせることができる。

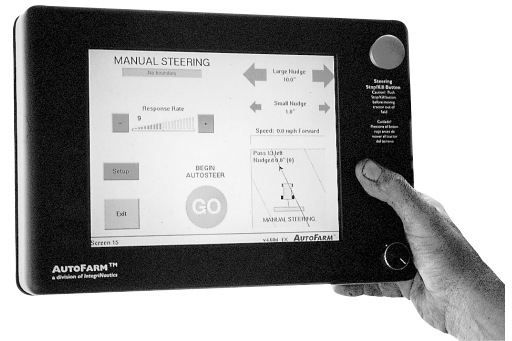
※1 基準となる固定点と、求点である移動点（自機）で同時に衛星信号を受信し、固定点で取得した信号を無線などを用いて移動点に転送、即時に位置補正を行う測量手法。

操縦システムの中から、オートファーム社、AGCO社、ジョンディア社、アウトバック社、トリンブル社、ライヒハート社の6メーカーを選んだ。以下各システムを紹介する。

オートステア (オートファーム社)

米オートファーム社は、「ステップワン」と「RTKオートステア」の新旧2つの製品を製造している。どちらも、イギリスではオートマシコンコントロール社が販売している。両製品とも基本的な構成は同じで、制御装置、ディスプレイ、油圧操縦バルブからなる。油圧ステアリングの農業トラクタや自走式車両ならどのようなタイプにでも、ほぼ装着が可能。「クイックスイッチ」と呼ばれる設計で、車両間の着脱は簡単にできる。時速1km以下の低速運転でも位置を正確に補正する。

オートファーム社の製品は、全部で4つのGPS受信機から信号を受け取る。3台の受信機はキャビンの天井にYの字型に設置され、車両の進路のぶれ、縦揺れ、横揺れを検知し、斜面でも正確に位置を補正する。オペレータは、見やすいカラータッチスクリーンで操作する。他機種と比較しても、このようなタッチパネ



オートファーム社のシステムは、見やすく操作しやすいアイコン表示のカラータッチスクリーンを採用。

ル方式は珍しい。

比較的価格が手ごころな「ステップワン」は、GPS^{※2}受信機を使う。無料で受信できるEGNOS^{※3}補正信号(精度±25cm)を利用できるが、英国の販売会社では利用を推奨していない。信号があまりに不正確で信頼できないからだ。代わりに、±10cmの精度を持つジョンディア社の提供する有料スターファイア2補正サービスとその装置を使うことを勧めている。

この場合、システム全体の価格は1万10000〜1万25000ポンド(約225万〜256万円)と高くなる。さらに、有料の補正信号を受信するための料金が年間1000ユーロ(約14万円)かかる。

一方、より高精度なシステム「R

TKオートステア」は、精度が±2.3cm。価格は、トラクタ1台ごとに1万6850〜1万8870ポンド(約344万〜386万円)で、装着するトラクタや車両の種類によって価格が変わる。また、固定式あるいは移動式の基地局の購入には、4050〜1万3350ポンド(約83万〜273万円)が別途かかる。RTK基地局は、農場全体が最もよくカバーできる位置に設置し、半径約10kmの範囲内であれば極めて正確な補正信号を送信する。この信号は、自動操縦システムが何台あっても同時にそれぞれで受信できる。農業企業、作業請負業者、さらには農機共同利用者にとって魅力的な機能だ。

両製品とも同じシステム構成をしているので、「ステップワン」システムを後からインストールし、「RTKオートステア」にアップグレードすることも可能。15000ポンド(約31万円)するオプション部品を組み合わせると、両製品とも曲線的な動きもカバーできるようになる。バック操縦も可能で、作業機を前装させての作業もできる。車両間の装置の付け替えには、4000ポンド(約82万円)の付属品が必要で、コントロールボックスとディスプレイを着脱させる。

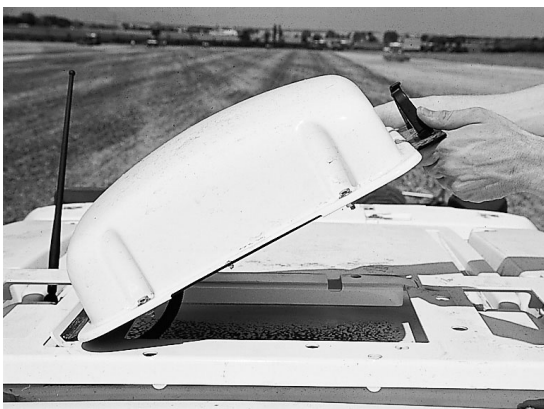
オートガイド (AGCO社/ビーライン社)

オートガイドは、AGCO社製農機専用の自動操縦システム。元々は、オーストラリアのビーラインテクノロジー社が米キャタピラー社の「チャレンジャー」用に開発したものだだったが、AGCO社が「チャレンジャー」を買収した際、この技術も一緒に引き継いだ。

精度が異なる「オートガイドスターダートVBS」と「オートガイドプリシジョンHP」の2つのシステムが販売されている。

AGCOグループの傘下フェント

AGCO社のオートガイド自動操縦システムは、別な車両へ付け替えが可能。



※2 FM放送の電波を利用して、GPSの計測結果の誤差を修正して精度を高める技術。

※3 静止衛星を用いた主に航空機向けの補強システム。ヨーロッパをカバーする。



AGCO社「チャレンジャー」クローラトラクタの運転席右側にあるTMCディスプレイは、オプティコシステムで、トガイドシステムとつながる。

社製のトラクタにも、このシステムを組み込むことができ、フェント独自のコントロールパネル「バリオタミナル」にも接続可能だ。システム内の電子センサー「ジャイロスコープ」が傾斜時の補正を行い、DMU（3軸動的計測ユニット）の性能を向上させる。DMUは、縦揺れ（機

体前後の高さがずれる揺れ）と横揺れ（側面と側面の高さがずれる揺れ）に反応し、アンテナが機体の中心部からどの程度外れたかを測定し、自動的に補正する装置だ。

現在、このシステムではカーブの自動操縦も可能で、センターピボット灌漑が行われる圃場で円形に走行させることもできる。

標準タイプの「オートガイドVBS」は、精度が±15〜20cmで、価格はおよそ9500ポンド（約196万円）。価格にはオムニスターVBSの補正信号を2年間受信する料金が含まれている。高精度の「オートガイドプリシジョンHP」は、精度が±5cmで、価格が1万4500ポ

ンド（約299万円）。価格には高精度の補正信号を2年間受信する料金が含まれている。

オートトラック (ジョンディア社)

トラクタメーカーの中で、自社製の自動操縦システムを持つのは米ジョンディア社だけだ。「オートトラック」という同社のシステムは、自社のスターファイア補正データを受信する設計となっている。この補正データは、精度の異なる2種が有料送信されているが、自動操縦用にはより高精度のスターファイア2の補正データを受信することが推奨されている。

「オートトラック」は、ジョンディア社が販売しているすべてのトラクタとコンバインの工場出荷時にオプション装備させることができる。また、現在使用している機種すべてに、後から設置することも可能だ。設置は販売店で行う。このシステムの最

大のセールスポイントは、同社のすべての販売代理店がさまざまなトラブルに対応でき、窓口が1カ所である点にある。

「オートトラック」は、平行な軌道を行く際には、±5〜10cmの精度を保ち、コンバインならカーブの自動操縦もできる。現在同社では、トラクタでもそれが実現できるよう開発を進めている。システムの価格は1万1976ポンド（約250万円）。さらに、スターファイア2の補正データ受信料が毎年1000ユーロ（約14万2000円）かかる。受信料の契約期間は、3カ月や半年にすることもでき、1年、2年、3年契約と自由に期間を選べるのも特徴だ。

その他の特徴として、自動操縦と同時にいった作業記録を作成する「フィールド・ドキュ」機能や、圃場ごとの収量記録を示す地図の作成「ハーベスト・ドキュ」機能、そしてマニュアル運転時のナビゲーション機能がある。これらの機能は、スターファイアの受信アンテナとグリインスターモニタを付け替えるだけで別な機械にも利用できる。ただし、システムそれぞれのドライブソフトが必要となる。

さらに、デュアルチャンネル受信機「スターファイアITC」に内蔵

ジョンディア社のデュアルチャンネルGPS受信機「スターファイアITC」は、自社のサービスであるスターファイアからの補正データ信号を受信する。



された2つのセンサーを使えば、角度と勾配を検知し補正することで傾斜面の位置補正精度を高めることができる。高精度のRTK-GPSを使ったモデルも開発試験中で、2006年春には販売される予定だ。

Eドライブ (アウトバック社)

米アウトバック社の自動操縦システムは、イギリスではソイル社が取り扱い、クラリス社の販売代理店網を通して販売されている。代理店を通じてソイル社が、付属品一式や交換部品を販売しアフターサービスをフォローする。このシステムは、ク



オートバック社の「E-ドライブ」は、性能に定評のあるオートバックS進路誘導システムと同じディスプレイを利用している。

にオプション装備でき、自走式車両へ組み込むこともできる。

アウトバック社「E-ドライブ」の精度は±15cmで、価格は5300ポンド（約110万円）。「アウトバックS」タイプの受信機を付ける場合は、さらに受信機代が2500ポンド（約52万円）、「オムニスターVBS」補正データの受信料に年間795ユーロ（約11万3000円）かかる。EGNOSの補正信号のサービスを利用すると総額コストを抑えることができ、同精度の他社システムと比較し省コストが見込める。

EGNOSからの信号が一次的に途切れたとき、システムに組み込まれているソフトウェア「e-ディフ」で補正を行う。このソフトは、機体の置かれた地域に合わせて補正に必

要な複雑な計算を行う。「E-ドライブ」は、カーブの自動操縦も可能で、標準仕様になっている。

さらに特徴として、「アウトバックS」進路誘導システムが標準装備されているおり、ユーザーは、必要に応じて低価格で自動操縦システムにアップグレードできる。また、「アウトバックS」進路誘導システムだけを他の車両に付け替えることも可能。ただし、付け替える機体にDGPS受信機の装備が必要となる。

作業記録を自動で保存する機能も付いている。圃場面積を計測した数値や個々の作業記録などの各種情報を、電子手帳に連結コードで転送することもできる。

オートパイロット (トリンプル社)

米トリンプル社製の「オートパイロットAgGPS」は、英国ではカーライル市に本社のあるプリサイスソリューションズ社が販売している。これを採用するのは、ケースインター、ニューホランドなどのブランドを持つCNHグローバル社。油圧ステアリング方式のものなら、どのようなトラクタや自走式車両にも装備できる。

トリンプル社では、3種の自動操

主要6メーカーシステム比較

会社名/製品名	精度	DGPS補正サービス	対地速度	価格(付加価値税抜き)
オートファーム社 (www.gpsfarm.com)				
ステップワン	±10cm	ジョンディア スターファイアSF2	時速0~38km	11,000~12,500ポンド(約225万~256万円)。有料の補正信号受信に年間1,000ユーロ(約14万円)。
RTK オートステア	±2-3cm	システム内のRTK GPS信号 参照基地局で補正	時速0~38km	16,850~18,870ポンド(約344万~386万円)。さらに、RTKの基地局が4,050~13,350ポンド(約83万~273万円)。
AGCO社/ビーライン社 (www.challenger-ag.com)				
オートガイドスタンダード VBS	±15~20cm	オムニスター-VBS	時速1~25km	9,500ポンド(約196万円)。2年間の補正信号受信料を含む。
オートガイドプレジジョンHP	±5cm	オムニスター-HP	時速1~25km	14,500ポンド(約299万円)。2年間の補正信号受信料を含む。
ジョンディア社 (www.johndeere.com)				
オートトラック	±5~10cm	ジョンディア スターファイアSF2	時速0.5~30km	11,967ポンド(約250万円)。さらに、スターファイア2の受信料が毎年1,000ユーロ(約14万2千円)。1年以外の期間でも受信契約が可能。
アウトバック社 (www.agrocom.com)				
E-ドライブ	±15cm	EGNOS、オムニスター-VBS、 e-ディフ	時速1.6~28km	5,300ポンド(約110万円)。さらに、アウトバックSの代金が2,500ポンド(約52万円)。オプションのVBS補正データ受信料が795ユーロ(約11万3千円)。
トリンプル社 (www.autopilot.ag)				
AgGPS-DGPS	±10~30cm	オムニスター-VBS、ビーコン、 EGNOS	時速0.5~30km 前進/後退	9,000ポンド(約186万円)。さらに、オムニスター-VBSの受信料が毎年795ユーロ(約11万3千円)。
AgGPS-HP	±5~10cm	オムニスター-HP		12,000ポンド(約248万円)。さらに、オムニスター-HPの受信料が毎年1195ユーロ(約17万円)。
AgGPS-RTK	±2~3cm	システム独自のRTK-GPS信号 無線基準局による補正		24,000ポンド(約496万円)。無線基準局を含むシステムの総額。
ライヒハート社 (www.reichhardt.org)				
スカイ	±10~40cm	EGNOS、ビーコン、オムニスター、 e-ディフ。GPS受信機の種類による。	時速1~20km	6,650ユーロ(約94万円)。さらに、必要な受信機代が1,850ユーロ(約26万円)。
ソニック	±3cm	クロープ・ライン・ガイダンス	時速0~20km	7,200ユーロ(約102万円)。
メック	±3cm	クロープ・ライン・ガイダンス	時速0~20km	4,900ユーロ(約69万円)。さらに、必要に応じてセンサの代金。
オペティック	±3cm	クロープ・ライン・ガイダンス	時速0~20km	4,900ユーロ(約69万円)。さらに、必要に応じてセンサの代金。



トリンブル社の「オートパイロット」は、タッチパッドによって作動させる。

縦システムを提供している。その中の「オートパイロットAgGPS」は精度が±10〜30cm、価格はおよそ9000ポンド(約186万円)。補正データには、ビーコン※4EGNOS、オムニスターVBSのいずれの信号も利用できる。オムニスターVBSの信号受信には年間およそ795ユーロ(約11万3千円)の料金がかる。

次に「オートパイロットAgGPS SHP」だが、これなら精度が5〜10cmまで向上する。価格は取り付け車両にもよるが、およそ12000ポンド(約248万円)。さらに、オムニスターHPの補正データの受信料として年間1195ユーロ(約17万円)かかる。最上位機種となるのが、「オートパイロットAgGPS

SRTK」だ。システム内に独自の無線基準局を設け、±2〜3cmという高精度を達成する。価格は、無線基準局を含むシステム全体で2万4000ポンド(約496万円)だ。

トリンブル社のオートパイロットシステムは、直線、カーブ、枕地での転回が自動操縦可能で、時速0.5〜30kmで前進と後退両方の運転ができる。システムをアップグレードさせるごとに新たな装置を追加する設計で、ユーザーは必要に応じて性能を段階的に向上させられる。装着の準備ができれば別な機体に付け替えもできる。

最近、同社では2600ポンド(約107万円)低価格キット「EZステア」と、2500ポンド(約102万円)の性能向上用の補助システム「EZガイドプラス」の販売を始めた。「EZステア」は、ハンドルの支柱にボルトで固定し、CANケーブルでつなぐ。精度は15〜30cmで、カーブの操縦もできる。

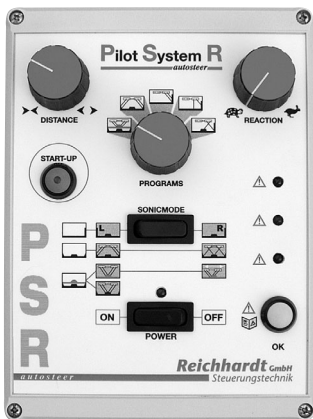
PSRオートステア (ライヒハート社)

独ライヒハート社から「PSRオートステア」自動操縦システムが販売されている。このシステムは、ほとんどのトラクタや自走式車両に装

着できる。位置の測定を衛星からの信号だけでなく、クロップセンサも使って行う独特の仕組みを持っている。

「PSRオートステアスカイ」は衛星信号による自動操縦システムで、精度は10〜40cm。スカイの革新的パッケージが、アメリカのディッキージャ社の開発した「フィールドガイド」だ。これが、EGNOSやビーコン、オムニスターからの補正データを処理する。これ以外にもユーザーの必要に応じて、RTK、GPSなど別のGPS信号への対応も可能だ。「PSRオートステアスカイ」の価格は6650ユーロ(約94万円)。さらに、更新レート5HzのDGPS受信機の価格が1850ユーロ(約26万円)。

ライヒハート社では上記商品のほかに、作物の条の並びを検知するセ



「PSRオートステア」の操作端末は操作しやすいレイアウトになっている。

ンサを利用して進路誘導を行う3種のシステムも販売している。

「PSRオートステアソニック」は車両の軌道や作物の条の並びを認識するのに超音波を用いる。

「PSRオートステアメック」は、スキャンセンサで作物の条の並びを検知し、「PSRオートステアオペティック」はデンマーク、エコダン社製デジタルカラーカメラで作物の条の並びの画像を連続撮影し、進路を誘導する。これら3種は精度が±3cmで、使うセンサの種類や数など、個々の使用状況によって総費用は変わる。電子油圧操縦バルブとワイヤ、制御装置など基本装備の値段で、およそ4900ユーロ(約69万円)。

サマリー…この記事では、ヨーロッパで自動操縦システムを販売している6つのメーカーを紹介したが、他のメーカーからも注目すべきシステムは開発されている。

各システムの誤差の精度は2cmから30cm付近とさまざま、概ね精度の違いは価格と比例し、2500ポンド(約52万円)から30000ポンド(約622万円)まで価格に幅があることがそれを裏付けている。購入に際しては、要求事項と予算額を認めるうえ、経営に合った商品を選択する必要がある。(訳・渡部俊彦)

※4 登山者などが自分の位置を知らせるために携帯する発信機に使われる電波。世界標準で457kHzと決まっている。