

自動運転利用等に資する農地基盤整備データ作成ガイドライン
(案)

令和8年4月

農林水産省農村振興局整備部設計課

目次

第1章	はじめに	1
第1	目的	1
第2	対象とする農業機械及び自動化レベルの概要	1
第3-1	情報化施工技術活用工事から営農段階までの流れ及び本ガイドラインの活用範囲（ロボットトラクタ等）	5
1	情報化施工技術活用工事から営農段階までの流れ	5
2	活用範囲	8
第3-2	情報化施工技術活用工事から営農段階までの流れ及び本ガイドラインの活用範囲（農業用UAV）	10
1	情報化施工技術活用工事から営農段階までの流れ	10
2	活用範囲	11
第4	工事発注	12
第5	用語の定義	13
第2章	調査・計画段階の留意点	16
第1	基本構想の検討時における把握事項	16
第2	事業計画の検討時における把握事項	16
1	営農計画の検討時における把握事項	16
2	担い手等への農地集積・集約に関する計画における留意点	16
第3章-1	設計段階の留意点（ロボットトラクタ等）	18
第1	静的地物情報の取得、BIM/CIMの活用	18
第2	図面の縮尺	18
第3章-2	設計段階の留意点（農業用UAV）	19
第1	静的地物情報の取得	19
第2	図面の縮尺	19
第4章-1	情報化施工技術活用工事段階の留意点（ロボットトラクタ等）	20
第1	「情報化施工ガイドライン」及び「BIM/CIM活用ガイドライン」の適用	20
第2	出来形測量の留意点	20
1	データ取得技術	20
2	機器の機能及び要件	20
3	UAV空中写真測量による出来形計測	20
4	UAVレーザーによる出来形計測	25
5	オルソ画像の作成	25
6	3次元点群データの加工	26
第3	2次元の工事完成図（全体平面図）の作成	38
1	平面図に旗上げする施設、設備及び表記	38

第4	水張り面データの作成	39
第5	積算方法	40
第6	施工後における農地基盤整備データの納品	41
1	納品データ及びフォルダ構成	41
2	ファイルの命名規則	43
第7	補完代替設備設置の検討	44
第4章-2	情報化施工技術活用工事段階の留意点（農業用UAV）	45
第1	「情報化施工ガイドライン」及び「BIM/CIM活用ガイドライン」の適用	45
第2	出来形測定の留意点	45
1	データ取得技術	45
2	機器の機能及び要件	45
3	UAV空中写真測量による出来形計測	46
4	オルソ画像の作成	47
5	3次元点群データの加工	48
第3	水張り面データの作成	52
第4	積算方法	53
第5	施工後における農地基盤整備データの納品	53
1	納品データ及びフォルダ構成	53
2	ファイルの命名規則	56
第6	(参考) 航行経路の作成手法の例示	57
第5章	事業完了時の留意点	64
	参考資料	65
(参考1)	技術開発状況	65
参考1-1	自動運転の技術開発状況	65
参考1-3	設計段階における走行シミュレーションの活用	80
(参考2)	デジタルプラットフォームの構想	82
参考2-1	農地基盤デジタルプラットフォームの構想	82
参考2-2	国土交通データプラットフォーム	83
参考2-3	東京都 デジタルツイン実現プロジェクト	84
参考2-4	VIRTUAL SHIZUOKA	85
(参考3)	実証で生じている現在の技術的課題とその対応	86
参考3-1	ロボットトラクタによる交差点、進入路等の走行	86
参考3-2	農道上の支障物の位置の把握	87
参考3-3	森林・防風林等の遮蔽物の影響における補完技術	87
(参考4)	その他参考資料	89
参考4-1	自動走行農機等に対応した農地基盤整備の手引き	89
参考4-2	農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン	90

第1章 はじめに

第1 目的

自動運転利用等に資する農地基盤整備データ作成ガイドライン（以下「本ガイドライン」という。）は、土地改良事業で行うほ場整備地区を対象とし、情報化施工技術活用工事等で得られた座標データ等を活用して、ロボットトラクタ、畑作・露地野菜収穫ロボット（以下「ロボットトラクタ等」という。）及び農薬散布、施肥、直播等に対応する農業用UAVを用いた営農が可能となるよう、調査・計画、設計及び情報化施工技術活用工事を実施する際に、ロボットトラクタ等及び農業用UAVの自動運転利用等に資するデータを整備するため各段階で事業の実施主体（国営、都道府県営及び団体営における土地改良事業の発注者）が留意すべき以下①及び②の事項について明確化することを主な目的として策定した。

- ①情報化施工技術活用工事等で得られた座標データから自動運転用等の高精度地図データ（以下「農機用地図データ」という。）を作成し、農業用UAV及びロボットトラクタ等に活用するに当たっての基本的な考え方
- ②情報化施工技術活用工事段階におけるデータ作成等に当たっての留意点

なお、本ガイドラインは研究開発状況、現場実装状況等に応じて必要な見直しを行う。

【解説】

農地基盤整備データとは、土地改良事業を実施することで得られる農地及び農地周辺施設の情報であり、具体的には農地、給・排水施設、畦畔・法面、用排水路及び農道の情報のことである。

本ガイドラインは、情報化施工技術活用工事が実施された一定のまとまりのある工区単位で活用することを基本とする。

第2 対象とする農業機械及び自動化レベルの概要

対象農業機械は、研究開発状況を鑑みて現段階ではスマート農業技術（農業の生産性の向上のためのスマート農業技術の活用に関する法律第2条第1項）を用いる農業機械であって、情報化施工技術活用工事等で得られる座標データ等を活用することが可能な農業用UAV、ロボットトラクタ等（以下「自動走行農機等」という。）とし、本ガイドラインの今後の改訂において対象農業機械の拡大を図ることとする。

また、自動運転利用におけるロボットトラクタ等の自動化レベルは、遠隔監視下でのほ場間移動を含む自動運転を想定している。

【解説】

現在、ロボットトラクタ等については有人監視下での自動運転まで市販化されており、

今後、遠隔監視下での自動運転（ほ場内に限る）、遠隔監視下でのほ場間の移動を含む自動運転へ段階的に開発が進むことが想定^{※1}される。

また、農業用UAVを含むUAVについては、有人地帯（第三者上空）での補助者なし目視外飛行（レベル4飛行）が可能^{※2}となっている。

※1 <出典>農業用ドローンの普及拡大に向けた官民連携協議会：農業用ドローンカタログ（2025）

<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/attach/pdf/drone-189.pdf>（2026年2月3日時点）

※2 <出典>国土交通省：無人航空機レベル4ポータルサイト、

<https://www.mlit.go.jp/koku/level4/>（2026年2月3日時点）

農機のほ場間移動を含む遠隔監視下での自動運転においては、道路、農道の有効幅員、支障物、目標走行経路の情報を含む農機用地図データを使用した研究[※]が進められている。遠隔監視下でのほ場間移動を含む自動運転は、無人でほ場間を安全かつ効率的に移動することや、オペレーター1名で複数台を運用することにより作業効率が向上するため、農機用地図データが特に有効となるのは、数十ha以上のまとまったほ場エリアが想定される。農機用地図データに必要な具体的な情報は、出発地点、経由地点、目的地の設定といった経路計画、逸脱、衝突を回避するためのほ場進入路、支障物の正確な位置、走行制御のための走行路段差・勾配、交差点・進入路等が想定される。

※遠隔監視下でのほ場間移動を含む自動運転は技術開発段階にあり、富山県富山市、北海道富良野市（共に、府省・分野の枠を超えて基礎研究から出口（実用化・事業化）までを見据えた取組を推進する内閣府創設の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期 スマートバイオ産業・農業基盤技術における取組）、北海道岩見沢市（北海道大学、岩見沢市、NTTグループ産官学連携協定に基づく取組）で実証が進められてきた。SIP第2期において高精度デジタルマップの仕様策定や実証試験が進められ、令和5年3月に終了した。その成果は現在、福島国際研究教育機構（F-REI）のプロジェクトに引継がれ、農機メーカーと連携した実用化に向けた開発が進行中である。（令和7年2月時点。詳細は、参考資料 参考1－2を参照）



図 1-1 農機の自動化の分類と新たに必要となる基盤

本ガイドラインで対象とする農業用UAVについては、農薬散布、施肥、直播等に用いるもので、機体の大きさは軽トラックでの運搬が可能な程度のものとし、航行時の高度は約1m～15mとする。

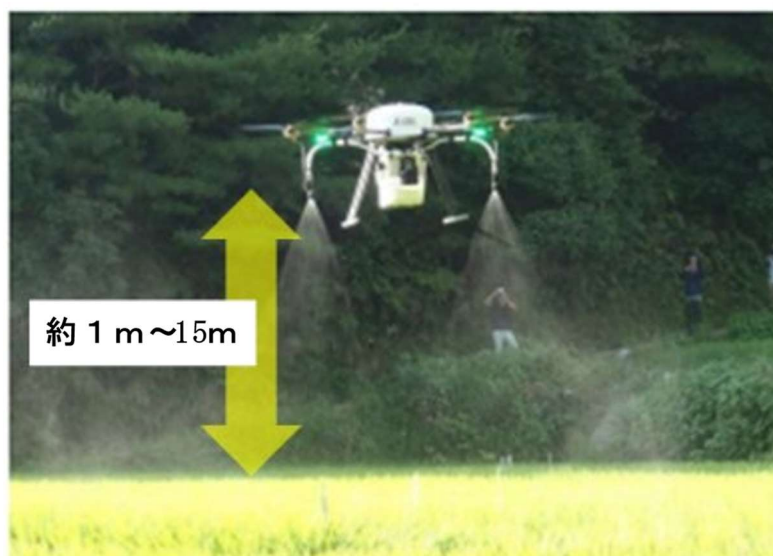


図 1-2 農業用UAVによる農薬散布の様子

<出典>農林水産省生産局技術普及課：農業用ドローンの普及拡大に向けて (R1), <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/attach/pdf/drone-165.pdf> (2026年2月3日時点)

第3-1 情報化施工技術活用工事から営農段階までの流れ及び本ガイドラインの活用範囲 (ロボットトラクタ等)

1 情報化施工技術活用工事から営農段階までの流れ

情報化施工技術活用工事から営農段階（農機用地図データを農機に搭載する段階）までの流れは、図 1-3に示すとおりである。

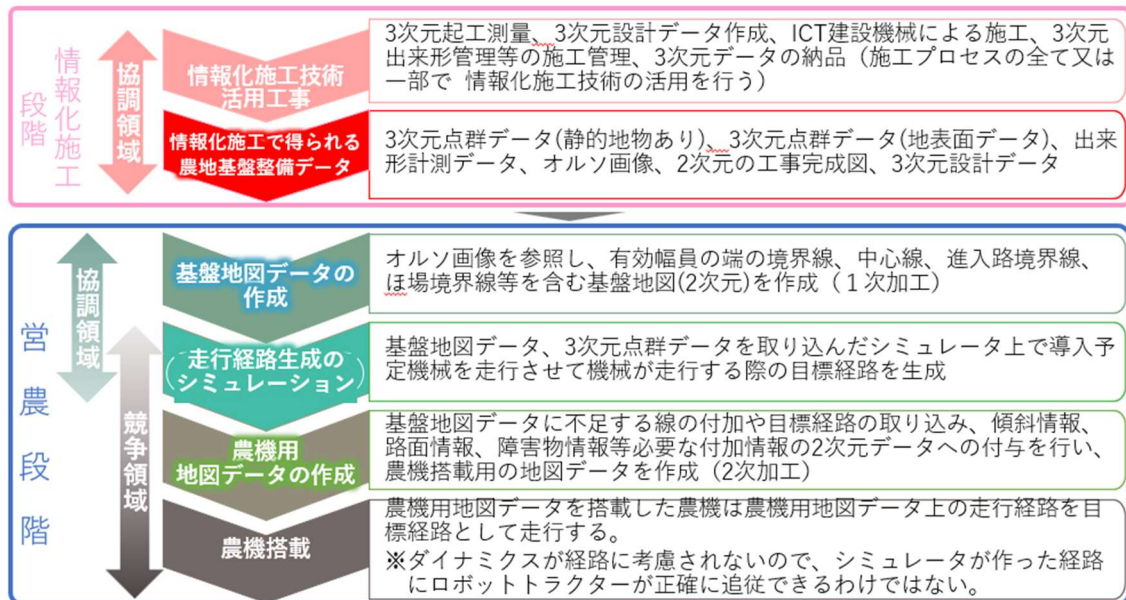


図 1-3 情報化施工技術活用工事から農機用地図データの農機搭載までの流れ（暫定）

【解説】

(1) 情報化施工技術活用工事の概要

国営土地改良事業等における情報化施工技術活用工事とは、「3次元起工測量」、「3次元設計データ作成」、「ICT建設機械による施工」、「3次元出来形管理等の施工管理」、「3次元データの納品」の施工プロセスの全て又は一部で情報化施工技術の活用を行う。情報化施工技術の活用により、従来の施工技術と比べ高い生産性と施工品質の向上が期待されている。

(2) 農地基盤整備データ

農地基盤整備データは、土地改良事業を実施することで得られる営農に不可欠な農地及び農地周辺施設の情報であり、具体的なデータの種類として、情報化施工技術活用工事を実施する過程で得られる、3次元点群データ（静的地物あり）、3次元点群データ（地表面データ）、出来形計測データ、オルソ画像、2次元の工事完成図及び3次元設計データが挙げられる。

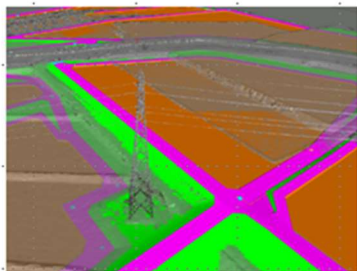

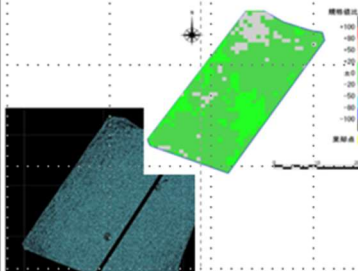
3次元点群データ (静的地物あり)	3次元点群データ (地表面データ)	出来形計測データ (計測点群データ)
出来形管理用にUAV空中写真測量で算出した地形の3次元点群データから、空中に映り込んだごみ、車両・人の動的な物体(動的物体)を除去した、電柱、木、ガードレール、絵水栓などの静的な地物(静的地物)を有する点群データ	3次元点群データ(静的地物あり)から静的地物を除去した、地表面の点群データ	3次元点群データ(地表面データ)から出来形管理における計測対象物以外の点を除去した出来形管理用の計測点群データ
		

図 1-4 3次元点群データ(静的地物あり)、3次元点群データ(地表面データ)、出来形計測データ(計測点群データ)の概要

<出典>農林水産省：国営土地改良事業等におけるBIM/CIM活用ガイドライン(案)
第3編 ほ場整備工編(R5.3)

(3) 基盤地図データ及び農機用地図データの概念

基盤地図データは、農地基盤整備データを活用し、3次元点群データの結線等の加工作業を行うことで作成されるデータであり、コスト低減のため、中心線、有効幅員端の結線及び情報の付与については、どの農機メーカーも共通して使用する「協調領域」としてデータ化する。また、農機用地図データの作成に当たっては、支障物情報の結線及び属性情報、走行経路等各農機メーカーの判断で必要な情報を競争領域として農機搭載時に追加でデータ化する(「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期 スマートバイオ産業・農業基盤技術」)。

また、これら基盤地図データ及び農機用地図データは、農地基盤整備データをそのまま用いるのではなく、点群を結線して地図化し、それぞれの線にほ場外周線、中心線の意味付け、傾斜角度等の付加情報の付与を行う作業が必要である。

図 1-5は富山県において情報化施工技術活用工事で整備した農地を対象にしたほ場外周線の結線事例である。農機用地図データは、現時点では農機本体に搭載することから、データサイズ低減のため2次元データを用いることを想定している。また、農機用地図データは、ほ場外周部、有効幅員端及び静的地物の判定にオルソ画像を用いて、3次元点群データからほ場外周線、有効幅員端及び静的地物を判断するために用いられている。

なお、基盤地図データの作成主体は現時点では定まっていない。

3次元点群データ・オルソ画像の作成



図 1-5 オルソ画像を基にほ場外周線を作成した事例 (富山県富山市)

<出典> 富山県富山市：平成31年度低コスト農地整備推進実証事業成果

2 活用範囲

本ガイドラインは国営土地改良事業の調査・計画段階、設計段階及び情報化施工技術活用工事段階での活用を想定している。

なお、本ガイドラインは、「情報化施工技術の活用ガイドライン」（令和7年4月改訂 農林水産省農村振興局整備部設計課）（以下「情報化施工ガイドライン」という。）及び「国営土地改良事業等におけるBIM/CIM活用ガイドライン（案）」（令和5年3月初回策定 農林水産省農村振興局整備部設計課）（以下「BIM/CIM活用ガイドライン」という。）、「自動走行農機等に対応した農地整備の手引き」（令和5年3月改訂 農林水産省農村振興局整備部農地資源課）と併せて活用することを想定している。

(1) 対象とする工程

情報化施工技術活用工事を実施し、農機用地図データを用いた営農を行う地区におけるほ場整備の調査・計画段階から営農・維持管理段階までのフローを図 1-6に示す。

本ガイドラインの活用範囲は図 1-6の実線及び二重線である。実線については検討に当たっての留意事項を示す。二重線については技術的な留意事項を示す。破線は現時点での技術開発状況を踏まえ、農地基盤整備データを作成するに当たり参考となる情報を記載する。

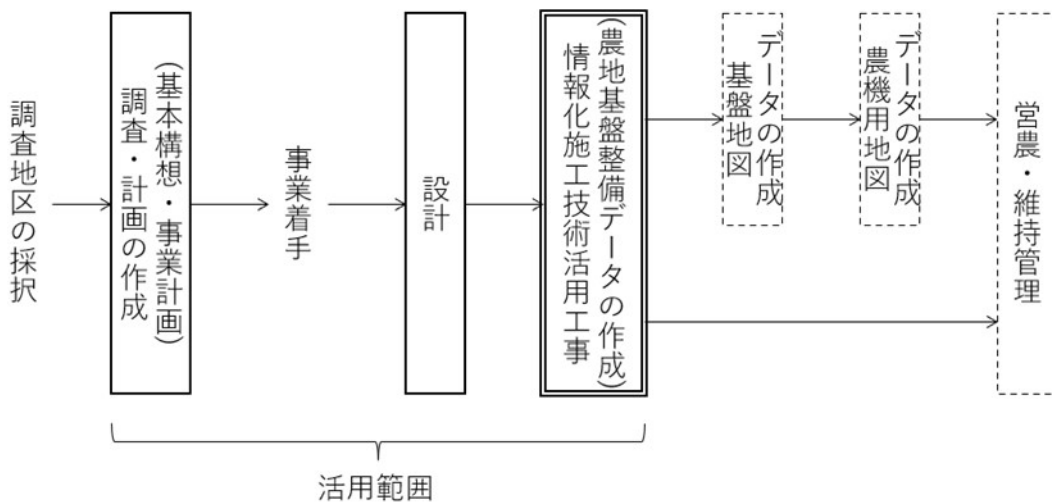


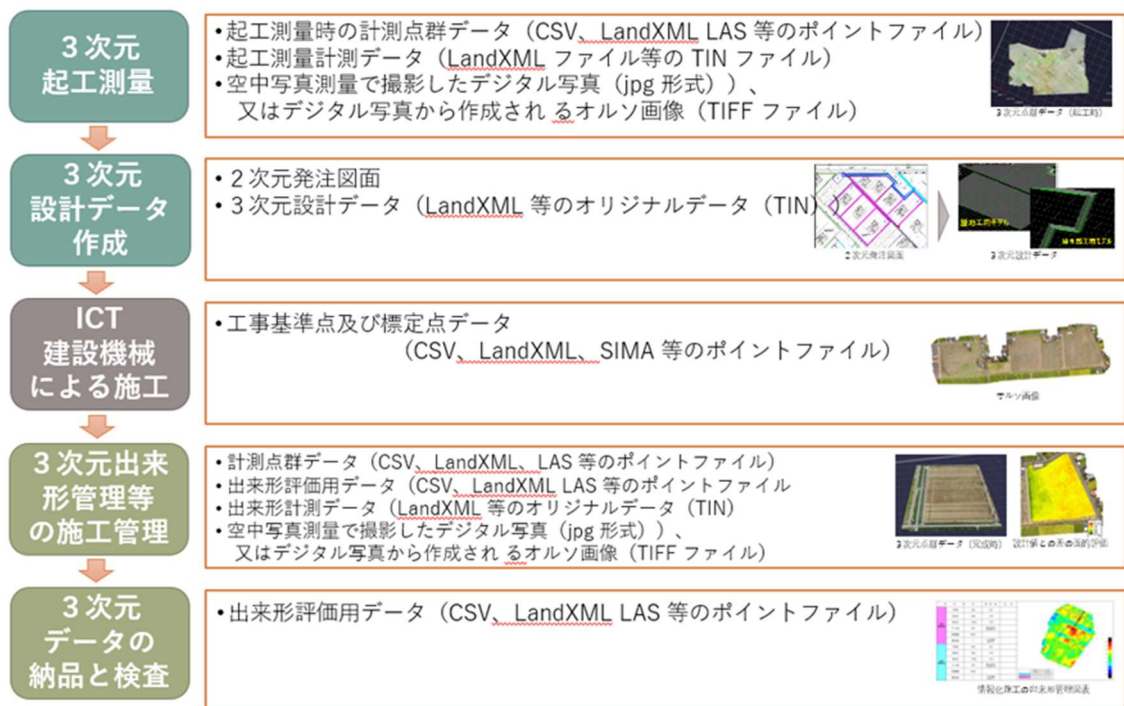
図 1-6 本ガイドラインの活用範囲

(2) 対象とするデータ

農機用地図データとして利用する地理情報は、地表面、植生、建物及び水域の図形情報並びに道路の有効幅員、中心線、進入路、交差点、支障物、用地境界、地番及び水張り面の属性情報と考えられる。その他、異なる使用者が用途に即してデータを有効活用するに当たっては、計測者、計測日などの情報も必要となる。営農段階での活用情報及び情報化施工技術活用工事で得られるデータを表 1-1に示す。また、情報化施工の各段階で得られるデータを図 1-7に示す。

表 1-1 営農段階で活用する情報及び情報化施工技術活用工事で得られるデータ

	営農での活用情報	情報化施工技術活用工事で得られるデータ
図形情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地表面 ・ 植生 ・ 建物 ・ 水域 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3次元点群データ（静的地物あり） ・ 3次元点群データ（地表面データ） ・ 出来形計測データ（計測点群データ） ・ オルソ画像（RGB）
付与すべき属性情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路の有効幅員、中心線 ・ 進入路、交差点 ・ 走行、航行の支障となる地物（給水栓、給排水桝、集水桝、ガードレール、ポール、電柱、電線、獣害防止柵、仕切弁、空気弁、鉄塔、その他構造物（倉庫、ハウス、家屋等）（以下「走行・航行の支障となる地物」という。）） ・ 用地境界、地番 ・ 水張り面（作付面） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2次元の工事完成図 ・ 3次元設計図面（図形を含む）
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計測者、計測日の情報 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 点群メタデータ ・ プロパティ情報



※一部だけの実施でも情報化施工となるため、全てのデータが得られる訳ではない
 <出典>農林水産省農村振興局整備部設計課：情報化施工技術の活用ガイドライン(R7.4) ,p.41「3次元座標を面的に取得する出来形管理技術に関する電子成果品」を参考に作成

図 1-7 情報化施工（ほ場整備工）の各段階で得られるデータ

第3-2 情報化施工技術活用工事から営農段階までの流れ及び本ガイドラインの活用範囲 (農業用UAV)

1 情報化施工技術活用工事から営農段階までの流れ

情報化施工技術活用工事から営農段階（農業用UAV用地図データを農機に搭載する段階）までの流れは、図 1-8に示すとおりである。

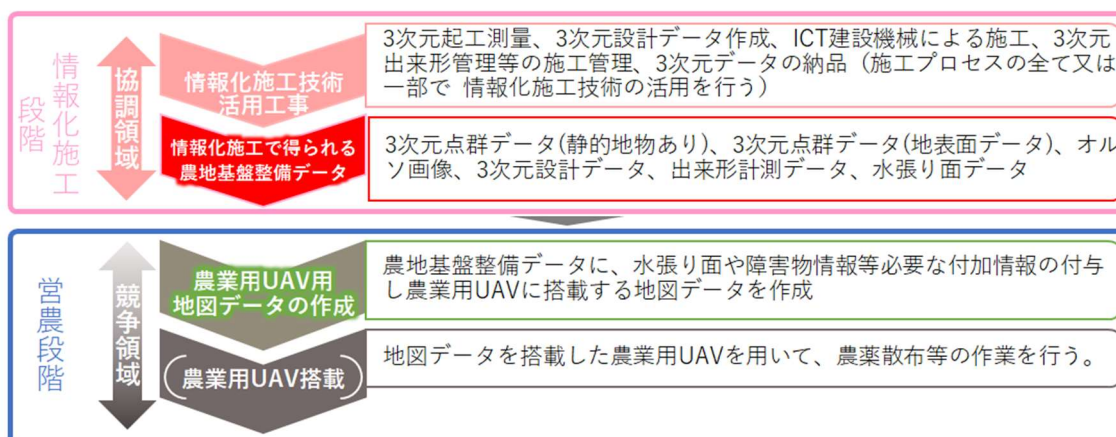


図 1-8 情報化施工技術活用工事から農業用UAV用地図データの搭載までの流れ
(暫定)

【解説】

(1) 情報化施工技術活用工事の概要

国営土地改良事業等における情報化施工技術活用工事とは、「3次元起工測量」、「3次元設計データ作成」、「ICT建設機械による施工」、「3次元出来形管理等の施工管理」、「3次元データの納品」の施工プロセスの全て又は一部で情報化施工技術の活用を行う。情報化施工技術の活用により、従来の施工技術と比べ高い生産性と施工品質の向上が期待されている。

(2) 農地基盤整備データ

農地基盤整備データは、土地改良事業を実施することで得られる営農に不可欠な農地及び農地周辺施設の情報であり、具体的なデータの種類として、情報化施工技術活用工事を実施する過程で得られる、3次元点群データ（静的地物あり）、3次元点群データ（地表面データ）、オルソ画像、3次元設計データ、出来形計測データ、2次元の工事完成図及び水張り面データが挙げられる。

(3) 農業用UAV用地図データ

農業用UAV用地図データは、農業用UAVに搭載する地図データであり、情報化

施工技術活用工事で得られる農地基盤整備データに障害物情報等必要な情報を付与したうえで作成し、位置座標やデータ形式の変換を行う。なお、農業用UAVに搭載するデータ形式は使用する機体に定められた形式に準拠する。

2 活用範囲

本ガイドラインは国営土地改良事業の調査・計画段階、設計段階及び情報化施工技術活用工事段階での活用を想定している。

なお、本ガイドラインは、「情報化施工ガイドライン」及び「BIM/CIM活用ガイドライン」、「自動走行農機等に対応した農地整備の手引き」（令和5年3月改訂 農林水産省農村振興局整備部農地資源課）と併せて活用することを想定している。

(1) 対象とする工程

情報化施工技術活用工事を実施し、農機用地図データを用いた営農を行う地区におけるほ場整備の調査・計画段階から営農・維持管理段階までのフローを図 1-9に示す。

本ガイドラインの活用範囲は図 1-9の実線及び二重線である。実線については検討に当たっての留意事項を示す。二重線については技術的な留意事項を示す。破線は現時点での技術開発状況を踏まえ、農地基盤整備データを作成するに当たり参考となる情報を記載する。

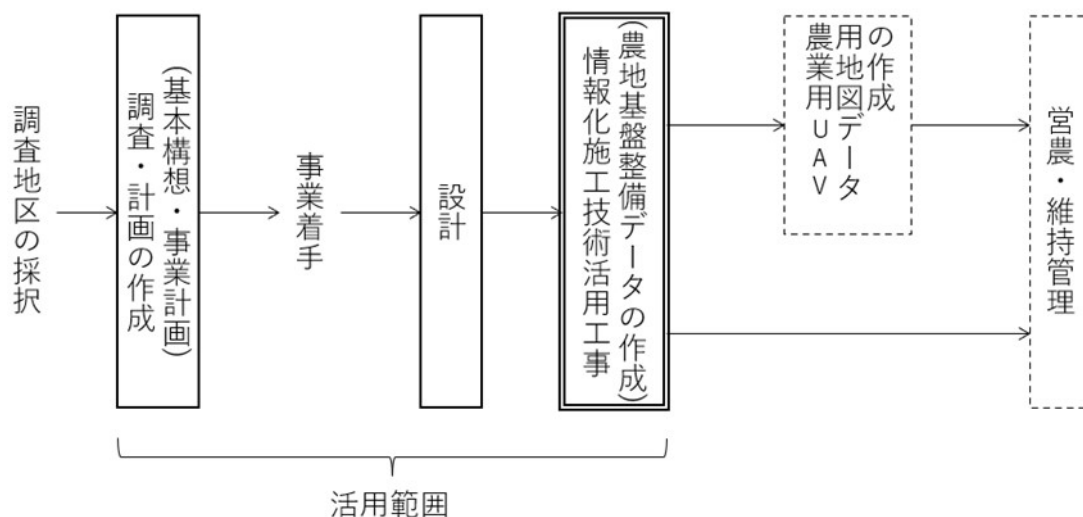


図 1-9 本ガイドラインの活用範囲

(2) 対象とするデータ

対象とするデータは、農業用UAVの地図データにおいて必要となる航行経路の範

囲設定や、航行範囲内に存在する支障物などである。そのため、航行範囲を決定する際には、水張り面等や、あらかじめ航行に危険が予測される範囲を、工事完成図を用いて把握しておくことが有効である。農業用UAVで活用する情報及び情報化施工技術活用工事で得られるデータを表 1-2に示す。

表 1-2 営農段階で活用する情報（農業用UAV）

データ・情報の種類	営農段階での活用情報	情報化施工技術活用工事で得られるデータ
自動航行に必要なデータ	・水張り面等の航行経路の正確な範囲を示すデータ	・水張り面データ ・3次元設計図面 ・オルソ画像 ・出来形計測データ
図形情報	・地表面	・オルソ画像 ・出来形計測データ ・3次元点群データ（地表面データ）
状況に応じて（※）付加する属性情報	・航行の支障となる地物（電柱、電線等）	・3次元設計図面 ・オルソ画像 ・3次元点群データ（静的地物あり）
その他	・計測者、計測日 ・オーバーラップ率	・3次元点群データのプロパティ情報



※静的地物ありの点群データや設計段階・施工段階で静的地物の位置や形状が得られている場合等。

第4 工事発注

情報化施工技術活用工事を実施し、その中で農地基盤整備データを作成する場合、当該工事の発注時に特別仕様書等に、本ガイドラインを適用していることを明記する。

【解説】

以下に、特別仕様書等の記載例を示す。

【記載例】

情報化施工技術活用工事の成果品を作成する際に、「自動運転利用等に資する農地基盤整備データ作成ガイドライン（案）」（農林水産省農村振興局整備部設計課）（以下「農地基盤整備データ作成ガイドライン」という。）に基づき、農地基盤整備データを作成する場合は、農地基盤整備データ作成ガイドラインに基づき作成する。また、この作成に当たり追加の作業を行う場合に要する費用については、農地基盤整備デー

タ作成ガイドラインに基づき費用計上する。なお、追加の作業の範囲や費用の積算方法は、農地基盤整備データ作成ガイドライン第4章-1及び第4章-2 第4 積算方法を参照する。

第5 用語の定義

本ガイドラインで用いる用語の定義は以下のとおりとする。

表 1-3 用語集

用語	意味、説明
1次加工	どの自動走行農機等にも共通して必要となる項目（有効幅員の境界線、中心線、境界線及びその他）について、3次元点群データを結線して線データとすること。
2次加工	自動走行農機等への取り込みに際し、基盤地図データに不足する項目の追加、走行経路生成及び付加情報の付与を行うこと。
2次元の工事完成図（全体平面図）	工事完了段階で、2次元の発注図のうちの計画平面図を元図として、工事目的物の完成状態を記録したもの。
3次元設計データ	中心線形、法線（平面線形、縦断線形）、出来形横断面形状、工事基準点情報、利用する座標系情報等の設計図書に規定されている工事目的物の形状とともに、それらをT I N等の面データで出力したもの。
3次元点群データ（静的地物あり）	出来形管理用にU A V空中写真測量で計測した地形の3次元点群データから、空中に映り込んだごみ、車両・人の動的な物体（以下「動的物体」という。）を除去した、電柱、木、ガードレール、給水栓などの静的な地物（以下「静的地物」という。）を有する点群データのこと。 点列は、鉛直座標系及び平面直角座標系に準拠していることを前提とする。
3次元点群データ（地表面データ）	3次元点群データ（静的地物あり）から静的地物を除去した、地表面の点群データのこと。 点列は、鉛直座標系及び平面直角座標系に準拠していることを前提とする。
GeoTIFF形式	画像の座標を指定する情報が埋め込まれたイメージファイル形式。
LandXML	土木系のデータ交換、保存のために作られたオープンフォーマット。地形データ、道路の線形データ（平面線形、縦断線形）、及び断面データの交換に用いられている。
LAS	ASPRS（The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing：アメリカ写真測量・リモートセンシング協議会）が定義する、LIDAR（Light Detection and Ranging：レーザー検出及び測

	距)により計測された点群データの標準フォーマット。点群データの相互交換に適したバイナリ形式のオープンフォーマットで、点群データの業界標準として様々なソフトの間で広く利用されている。
shpファイル	GISデータの汎用的なフォーマットの1つ。図形情報及び属性情報を持った地図データファイルが集まったファイルである。 位置及び形に関する情報は、(座標値のベクトルで構成される)シェープとして格納される。地理空間上の要素をベクター形式であるポイント、ライン及びポリゴンで表現し、各要素に任意の属性を付与できる。
UAV (無人航空機 : Unmanned Aerial Vehicle)	人が搭乗することなく、自動制御又は地上からの遠隔操作により飛行できる航空機。
衛星測位システム (GNSS)	GPS (米)、GLONASS (露)、GALILEO (EU)、準天頂衛星みちびき (日本) 等の人工衛星を利用した測位システムの総称。RTK-GNSS等の測位手法がある。
オルソ画像	空中写真測量で得られた写真上の像の位置ずれをなくし空中写真を地図と同じく、真上から見たような傾きのない、正しい大きさ及び位置に表示される画像に変換 (以下「正射変換」という。) した。
基盤地図データ	1次加工されたデータ項目、座標、データ精度を含む農機用地図データの元となる地図データで、仕様を統一したもの。
空中写真測量	UAVにより上空から撮影された連続する空中写真を用いて、対象範囲のステレオモデルの作成、地上の測地座標への変換等を行い、地形や地物の3次元の座標値を取得する測量。
検証点	UAV空中写真測量、UAVレーザー等により取得した位置座標の計測精度を確認するために必要となる位置座標を持つ点。
自動走行農機等	スマート農業技術を用いる農業機械であって、情報化施工技術活用工事等で得られる座標データ等を活用することが可能な農業用UAV、ロボットトラクタ等。
対空標識	空中写真測量時に空中写真に写るように地上に設置する標識。
出来形計測データ (計測点群データ)	3次元点群データ (地表面データ) から出来形管理における計測対象物以外の点を除去した出来形管理用の計測点群データ。
点群メタデータ	3次元点群データの計測者、計測日、計測機器、計測方法、解析ソフトウェア及び評定点精度に関する情報を記述したテキストデータ。
農機用地図データ	農機等の自動走行のガイドのため、自動走行農機等に搭載する地図データ。基盤地図データに2次加工を行ったもの。

農業用UAV	UAVのうち、農薬散布、施肥、直播等に用いるもので、機体の大きさは軽トラックでの運搬が可能な程度のものとし、航行時の高度は約1m～15mとする。
農業用UAV用地図データ	農地基盤整備データに、障害物情報等必要な情報を付与し作成するデータ。
農地基盤整備データ	土地改良事業を実施することで得られる営農に不可欠な農地及び農地周辺施設の情報であり、具体的なデータの種類として、情報化施工技術活用工事を実施する過程で得られる、3次元点群データ（静的地物あり）、3次元点群データ（地表面データ）、オルソ画像、3次元設計データ、出来形計測データ、2次元の工事完成図及び水張り面データが挙げられる。狭義には、農機用及び農業用UAV用の地図データ作成のための元データで、情報化施工技術活用工事段階で得られるものを指す。なお、具体的なデータの種類の種類は、ロボットトラクタ等、農業用UAVなど機種により異なる。
発注図	工事の入札に際して発注者が交付した設計図、発注者から変更又は追加された設計図のこと。
標定点	空中写真測量及びT L Sで計測した結果を3次元座標値に変換する際に用いる座標点のこと。基準点及び工事基準点と対応付けするために、基準点又は工事基準点からT S等により測量する。
不整三角形網 (T I N)	多くの点を3次元上の直線でつなぎ三角形を構築するものであり、構造物を形成する表面形状の3次元座標の変化点で構成される。地形、出来形形状等の表面形状を3次元座標の変化点標高データで補間する最も一般的なデジタルデータ構造である。
プロパティ情報	画像の撮影日、撮影者、コメントに関する属性情報。
リアルタイムキネマティック 衛星測位システム (R T K-G N S S)	既知点に設置する基準局と、観測点の位置を求めようとする移動局で同時にG N S S観測を行い、基準局で観測したデータを、無線等を用いて移動局に送信し、移動局のG N S S受信機で実時間（リアルタイム）に基線解析を行い観測点の位置（既知点からの基線ベクトル）を求める測位手法。この方法により、各種の誤差要因が消去され、観測点の位置を高精度で決定できる。
ロボットトラクタ等	ロボット技術を組み込んで自動走行・作業を行う車両系の農業機械。
ワールドファイル	画像の座標を指定するためのテキスト形式ファイル。GeoTIFF形式としない場合に必要となる。 TIFF形式の画像の場合、ワールドファイルの拡張子は「.tfw」となり、JPEG形式の画像の場合、「.jgw」となる。

第2章 調査・計画段階の留意点

第1 基本構想の検討時における把握事項

基本構想の段階では、農地基盤整備データの活用方法を検討するために必要な以下の観点から把握しておく。

- ①基盤整備後の営農計画と営農に関する新技術の導入計画
- ②基盤整備計画、基盤整備後の土地利用計画と農地の集積・集約に係る計画

【解説】

本ガイドラインで作成する農地基盤整備データは、対象とする農業用UAV、ロボットトラクタ等の農業機械により異なるほか、基盤整備後の区画形状、担い手等への農地の集積・集約状況によりデータ作成の範囲等が変化する。このため、基本構想段階で、農地基盤整備データの活用方法を検討するために必要な基盤整備後の土地利用計画と農地の集積・集約に係る計画を把握しておく。

第2 事業計画の検討時における把握事項

1 営農計画の検討時における把握事項

営農計画の作成に当たり、経営の安定化及び生産性の向上を目的に自動走行農機等の新技術の導入について検討を行う場合が考えられる。例えば、生産性向上のためには、作付期、収穫期の労働時間の年間ピークの低減や省力化が図られるようなスマート農業技術を導入することが挙げられる。この、導入する技術について把握しておく。それらの効果が最大限に発揮可能となる機械化作業体系の組立、生産及び集出荷組織の構成を検討することが望ましい。

2 担い手等への農地集積・集約に関する計画における留意点

(1) 自動走行農機等を有効利用するための留意点

今後、さらなる農地の集積・集約化が進むことが見込まれる中で、将来的に農業用UAV、ロボットトラクタ等の活用も想定した整備を行うことが望ましい。担い手等への農地集積・集約状況により、農機用地図データ、農業用UAV用地図データの作成範囲等が変わるため、担い手等への農地集積・集約の状況について把握しておく。

(2) 自動走行農機等を有効に使用するエリアの留意点

自動走行農機等の走行において、効率的な耕区間移動を実現するためには、一定の面積規模の閉鎖区域を確保することが望ましい。

【解説】

大規模経営体が自動走行農機を用いるエリアは、効率的な耕区間移動を実現するため、

数十ha以上のまとまったエリアであることが望ましい。数十ha以上のエリアを設定することにより、ロボットトラクタ等に適した農道線形や進入路形状などの効果的な整備が可能となる。

なお、閉鎖区域の運用に当たっては、以下の点について留意が必要となる。

- ・ 担い手等間での農道の共有
- ・ 地域住民に配慮した閉鎖区域の運用
- ・ 閉鎖区域の農地所有者の意向

第3章－1 設計段階の留意点（ロボットトラクタ等）

第1 静的地物情報の取得、BIM/CIMの活用

設計段階で電線等の静的地物の情報を取得した場合は、その情報を2次元の工事完成図（全体平面図）作成等の、静的地物情報を地図に追加する段階で活用できることから、静的地物の情報を施工段階に引継ぐことが望ましい。また、設計段階から3次元データを作成し、活用することにより、情報化施工技術活用工事が円滑に実施できるだけでなく、設計段階において3次元データ上でロボットトラクタ等の走行シミュレーション※を用いて地形条件、隣接・対面するほ場に対する進入路の位置関係に至るまで注意が必要となる箇所の検討を行うことが可能となり、ロボットトラクタ等の安全性確保の上で有効と考えられる。この場合、BIM/CIM活用ガイドラインにおけるモデル詳細度はLOD300を基本とする。

※ロボットトラクタ等の走行シミュレーションについては、「参考1－3 設計段階における走行シミュレーションの活用」を参照。

第2 図面の縮尺

実施設計の計画平面図は地図情報レベル1000以上（縮尺1/1000相当※）の精度としておくことが望ましい。現況平面図及び測量図はこれに必要な精度を確保する。

※縮尺1/1000の地形図を基にした計画平面図は工事の説明図であり、地図情報レベル1000の作成精度が必ずしも確保されている訳ではない。

【解説】

基盤地図データや農機用地図データを作成する際に静的地物の範囲を示す情報（位置情報や寸法など）を設計段階で取得した場合、その情報を引継ぐことにより、1次加工で農道、進入路の3次元点群データを結線する際、また、2次加工で静的地物の図化を行う際に、それらの地物の位置を示す位置を参照することが可能となり、結線が容易となる。また、地物の位置精度を高めるため、実施設計の計画平面図は地図情報レベル1000以上（縮尺1/1000相当）の縮尺としておくことが望ましい。

第3章－2 設計段階の留意点（農業用UAV）

第1 静的地物情報の取得

設計段階で電線等の静的地物の情報を取得した場合は、水張り面データ作成等の静的地物情報を地図データに追加する段階で活用できることから、静的地物の情報を施工段階に引継ぐことが望ましい。また、設計段階から3次元データを作成し、活用することで、情報化施工技術活用工事の円滑な実施が可能となる。

第2 図面の縮尺

実施設計の計画平面図は地図情報レベル1000以上（縮尺1/1000相当※）の精度としておくことが望ましい。現況平面図及び測量図はこれに必要な精度を確保する。

※縮尺1/1000の地形図を基にした計画平面図は工事の説明図であり、地図情報レベル1000の作成精度が必ずしも確保されている訳ではない。

【解説】

農地基盤整備データを作成する際に静的地物の範囲を示す情報（位置情報や寸法など）を設計段階で取得した場合、その情報を引継ぐことにより、農業用UAV用地図データ等の作成を行う際に、それらの地物の位置を示す位置を参照することが可能となり、地図データ作成が容易となる。また、地物の位置精度を高めるため、実施設計の計画平面図は地図情報レベル1000以上（縮尺1/1000相当）の縮尺としておくことが望ましい。

第4章－1 情報化施工技術活用工事段階の留意点（ロボットトラクタ等）

第1 「情報化施工ガイドライン」及び「BIM/CIM活用ガイドライン」の適用

本章では、「情報化施工ガイドライン」を適用した工事において、本ガイドラインを活用する際に「BIM/CIM活用ガイドライン」も適用する。本ガイドラインの活用に当たっては、情報化施工ガイドライン（実施編）及び（出来形管理編）を参照されたい。また、BIM/CIM活用ガイドライン（第1編 共通編）を参照されたい。

第2 出来形測量の留意点

1 データ取得技術

本ガイドラインを適用する工事では、写真撮影を同時に行うUAVレーザースキャナー又はUAV空中写真測量の使用を推奨する。

【解説】

農機用地図データの境界作成における精度担保のための最終判定にはオルソ画像が必要となるため、本ガイドラインを適用する工事ではUAV空中写真が取得できる技術を推奨する。

デジタルカメラが搭載されていないUAVレーザースキャナーを用いる場合は、別途UAVレーザースキャナー用数値写真の撮影を行う。

なお、工事の出来形計測には情報化施工技術を用いず、確定測量でUAV空中写真測量を実施する場合は、工区全体の施工完了後に一括で実施することが効率的となる場合もある。

2 機器の機能及び要件

機器の計測性能は、情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3の記載を、点群処理ソフトウェアの機能と要件は、**別紙－1**点群処理ソフトウェアの機能と要件をそれぞれ参照すること。

3 UAV空中写真測量による出来形計測

（1）撮影計画の立案

情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）に記載されている留意点に加え、以下の点に留意し、空中写真測量の撮影コース及び重複度を施工計画書に記載する。

ア 3次元計測範囲

ロボットトラクタ等の走行の安全確保のため、情報化施工技術を活用する箇所に限らず、工事区域内を抜けなく面的に撮影する必要がある。

ICT建設機械による施工、3次元出来形管理等の施工管理を実施しない範囲につ

いても、特に進入路、交差点、ほ場の周囲5mは自動走行に必要となるため、工事出来形と合わせて10cmメッシュに1点以上の座標値を取得する必要がある。3次元計測範囲を図4-1～3に示す。

【解説】

座標値の取得を必須とする範囲に関しては、ロボットトラクタ等の走行時に支障となる施設が計測対象に含まれるよう、当該施設からさらに5m程度広げた範囲とする。

5mの計測起点とする走行・航行の支障となる地物の例

- ・給排水枿
- ・給水栓
- ・ガードレール
- ・電柱
- ・電線
- ・獣害防止柵
- ・樹木
- ・ポール
- ・鉄塔
- ・仕切弁、空気弁
- ・その他構造物（倉庫、ハウス、家屋等）

必須の3次元計測範囲内は所定の測量精度の確保に必要となるラップ率（一般に進行方向90%、隣接60%となる飛行計画とするが、進行方向は実施ラップ率が80%以上であることを確認できれば飛行計画の規定によらない）、地上画素寸法（10mm/画素以内）を確保する。

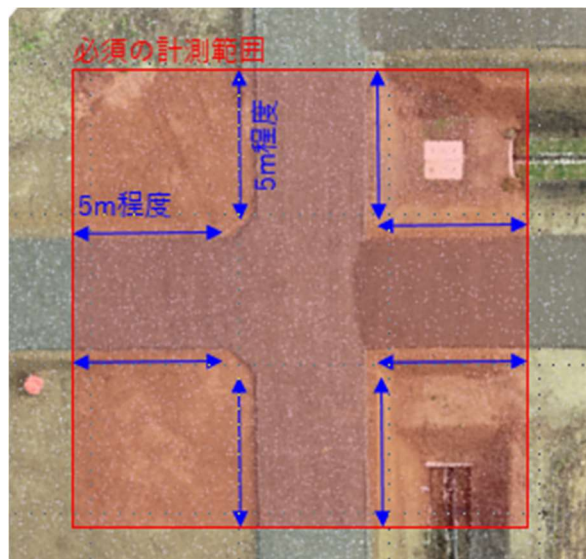


図4-1 必須の3次元計測範囲 (a) 交差

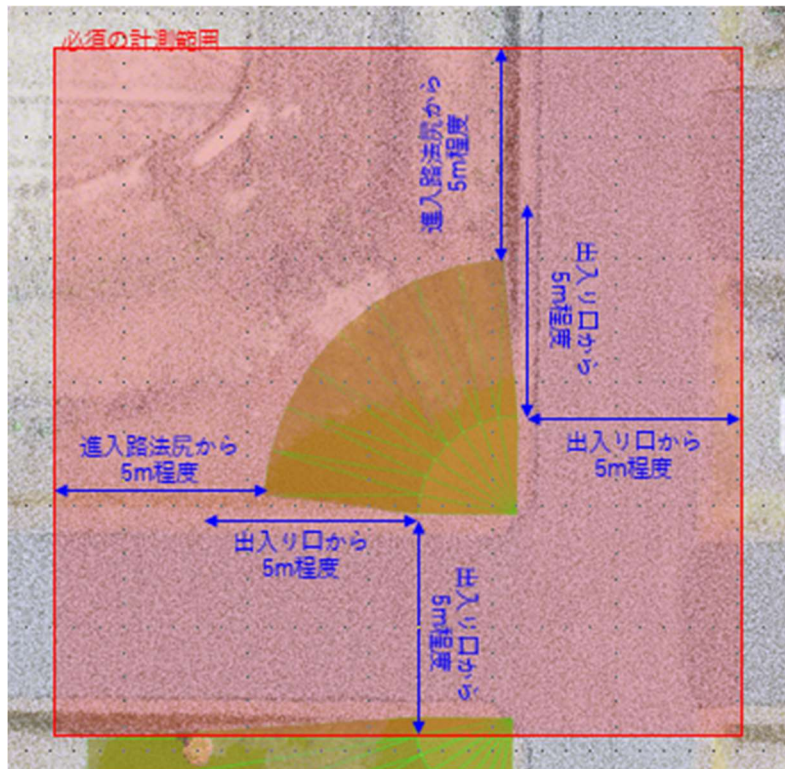


図 4-2 必須の3次元計測範囲 (b) 進入路

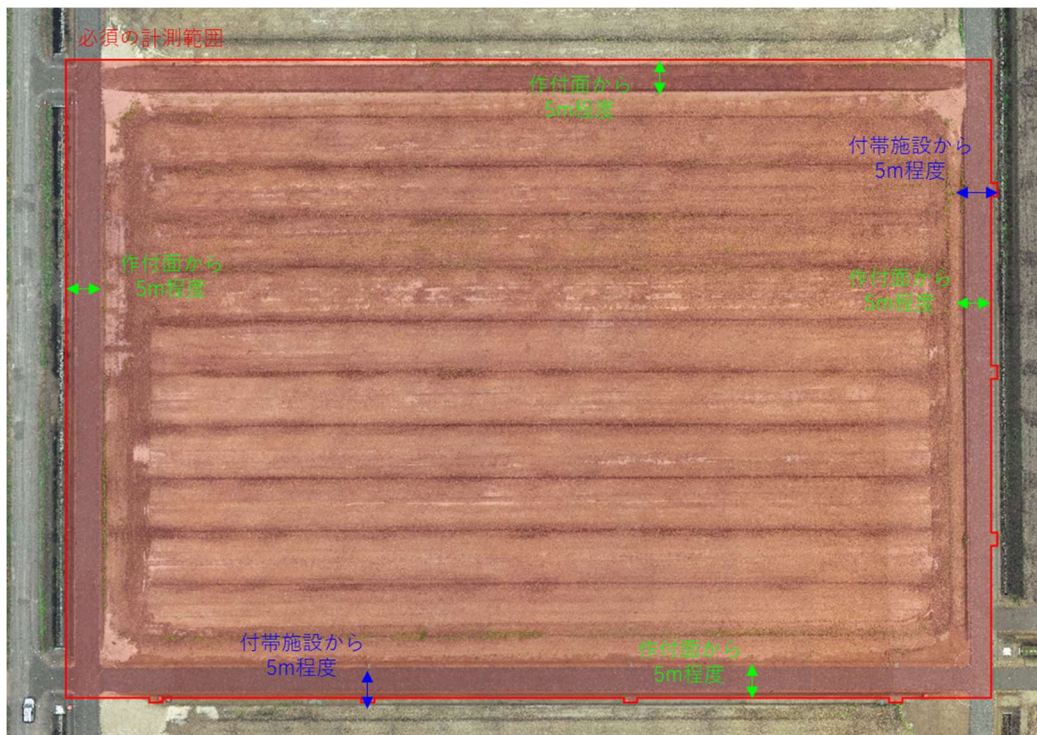


図 4-3 必須の3次元計測範囲 (c) ほ場

イ 撮影時期・時間帯

農機用地図データ作成の観点からは、以下の点に留意することが望ましい。

- ・ 雑草の影響を軽減するため、撮影は極力施工直後に工事単位で実施。

- ・上記が困難な場合は、秋～冬の雑草の少ない時期、正午前後又は太陽光の影響が少ない時間帯でUAV空中写真測量を用いて撮影。


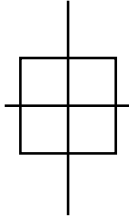

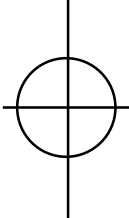
ウ 対空標識の設置

3次元点群データから境界線を結線する場合、3次元点群データやオルソ画像だけでは境界が不明瞭で、結線が困難となることがある。このため、現時点の技術開発状況を踏まえ、境界を明確にする意図で対空標識を設置する場合は、出来形測量の実施時に、標定点とは別に撮影範囲内へ対空標識を設置することが望ましい。

対空標識の規格は「測量作業規定」（令和7年7月 農林水産省農村振興局整備部設計課）第136条に準拠し、設置箇所及び模様は表 4-1「対空標識の設置箇所及び模様」に示す内容を標準とする。

対空標識を設置しない場合は、表 4-1に示す設置箇所を実測し、オルソ画像上に後付けでデータマークを挿入する。その際、実測データはオルソ画像とともに納品する。

表 4-1 対空標識の設置箇所及び模様

対空標識設置箇所	対空標識の模様	TS等で実測を行い、オルソ画像に後から挿入する場合のデータのマーク
<ul style="list-style-type: none"> ・ 耕区の畦畔法尻部の平面的な変化点（隅部、進入路・ターン農道の法尻及び等高線区画の折れ点） ・ 進入路の進入口の両端 2 点 ・ 進入路の隅切りの折れ点 ・ 農道の有効幅員端（直線の変化点、単曲線の始点終点及び緩和曲線の始点終点） ・ ガードレールの両端 ・ 電柱の車道側 	 X型	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 給水栓 ・ 一筆給排水樹 	 ○型	

【解説】

以下の場合については、3次元点群データ、オルソ画像等に基づき、境界が明確に判定できるため、対空標識の設置等を不要とする。

- ・ アスファルト舗装された農道、着色された防草シートが張られた法面への対空標識の設置は不要とする。
- ・ 水張り面データの作成を適切に行った場合には、「ほ場及び進入路の法尻等」への対空標識の設置は不要とする。
- ・ 当該工事で施工した交差点・進入路の新設舗装面については、「有効幅員端」への対空標識の設置は不要とする。
- ・ ガードレール、電柱、空気弁、仕切弁等の実在地物に関しては、3次元点群データとして十分に記録されたことが確認できた場合には、完成図面に旗揚げして「ガードレール、電柱等」を明記することで対空標識の設置は不要とする。

(2) 標定点及び検証点の設置・計測

情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順 イ 標定点及び検証点の設置及び計測と同様とする。

(3) 精度確認

情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）(3) UAV空中写真測量の精度確認と同様とする。

(4) 出来形計測箇所

出来形計測範囲は、情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順 ウ 空中写真測量の実施と同様とする。

ただし、土工部の法肩、法尻及び変化点又は現地地形の摺り合わせが必要な箇所、ほ場周縁から水平方向に±50mm以内に存在する計測点については、出来形の評価対象からはノイズデータとして除外することとなっているが、農機用地図データ作成に必要であることから、3次元点群データ（静的地物あり）として給水栓等の静的地物の情報は残しておく。

また、畦畔及び用排水路は情報化施工技術の対象外とされることが多く、点群データ処理時に不要点として除去されるが、ロボットトラクタ等の走行に必要なため、出来形評価の対象外となるデータについても、不要点として除去せずにデータに残す対応が必要である。

4 UAVレーザーによる出来形計測

UAVレーザーによる出来形計測の際は、オルソ画像データを作成するために空中写真の撮影も行う。なお、機器によってはレーザー測定と同時に写真撮影が可能なものもあり、別途撮影を行う必要がない場合もある。

その他の留意点については、「UAV空中写真測量」を「UAVレーザー」、「撮影計画」を「飛行計画」、「標定点及び検証点」を「調整用基準点」と読み替える。

5 オルソ画像の作成

UAV空中写真測量による出来形計測を行い、撮影したデジタル写真からオルソ画像データを作成する場合は、以下のとおりとする。

(1) オルソ画像の作成

UAV空中写真測量等で撮影した写真を正射変換し、オルソ画像を生成する。オルソ画像の解像度は撮影した元の画像と同一の画素寸法にて作成することとする。

(2) プロパティ情報の付与

オルソ画像のプロパティの詳細に作成者、作成日時情報を付与する。

(3) ファイルの作成

発注者は、事業完了時に各工区のオルソ画像を重ね合わせ、地区全体の出来形の確認を行う。そのため、作成するオルソ画像のファイル形式は、発注者が指定する。発注者は、自身のシステム環境を考慮し、ファイル形式を指定する。

本ガイドラインでは、幅広いシステム環境に対応可能な①GeoTIFF形式での作成、または、②オルソ画像の位置情報を示すワールドファイルを添えたTIFF、JPEG形式（「.tfw」、「.tifw」、「.jgw」、「.jpgw」等）を推奨する。

6 3次元点群データの加工

本ガイドラインが対象とする工事の点群処理ソフトウェアによる3次元点群データの加工工程及び納品データは図4-4のとおりとする。なお、取得した点群データは、時間の経過に伴い経年変化が生じる可能性があるため、データの取得時期等の情報を明示する。明示する情報は、(5)メタデータの作成を参考にする。また、取得からの時間経過や空中写真測量の技術的特性により、静的地物が網羅的に取得されていない可能性があるため、農業用UAV用地図データを作成する際に留意する。

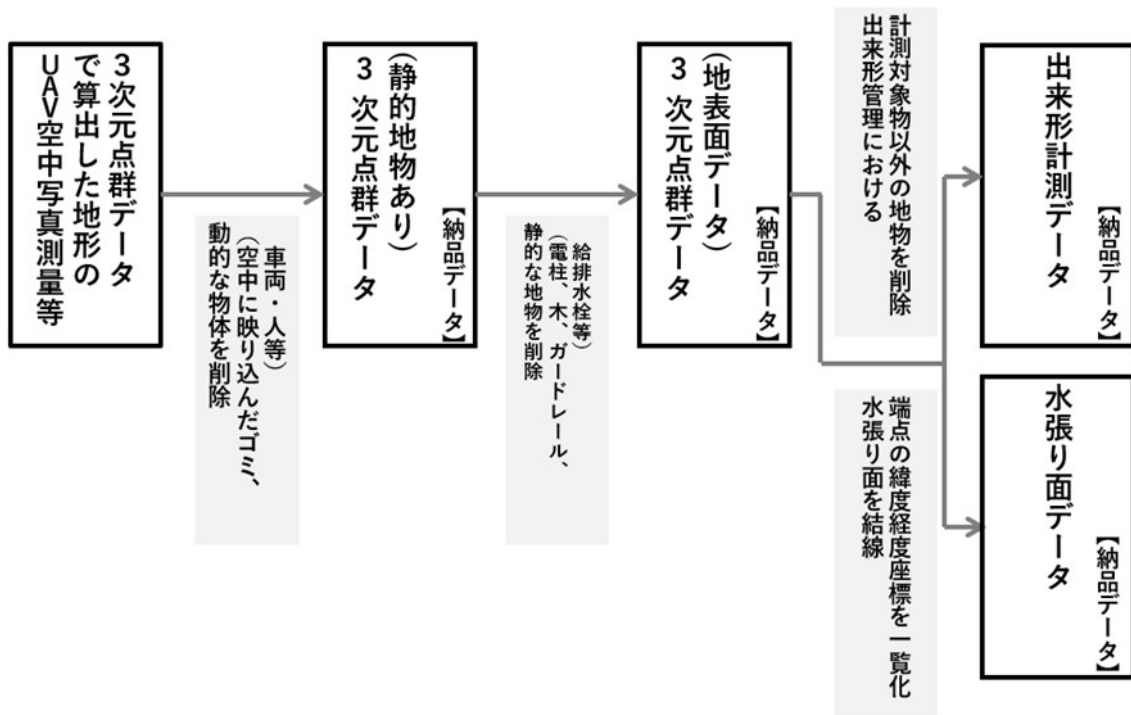


図 4-4 3次元点群データの加工工程及び納品データ

(1) 3次元点群データ（静的地物あり）の作成

出来形計測時にUAV空中写真測量等により算出した地形の3次元点群データから、動的物体を除去し、静的地物を有する点群データを作成する。

UAV空中写真測量による出来形測量（ア）3次元計測範囲で示した必須の3次元計測範囲及び計測範囲内のUAVの航行空域（地表面から15m程度[※]）の静的地物のデータは原則、3次元点群データ（静的地物あり）として納品する。

3次元点群データ（静的地物あり）は、オルソ画像を基に点群にRGB情報を付与する。

※対象ほ場の勾配等も考慮し、適宜検討。

【解説】

情報化施工の出来形測量においては、静的地物のデータは基本的にノイズデータとして除去されるが、本ガイドラインの適用に当たって、基盤地図データ及び農機用地図データ作成のため、静的地物の情報を残し、「3次元点群データ（静的地物あり）」として納品する。また、中山間地等起伏のある地形における出来形測量時には、UAV航行範囲の地形情報についても留意する。

なお、現状、UAV空中写真測量では、電柱等の静的地物の情報を網羅できない可能性があるため、写真測量では映らない静的地物の情報をUAVレーザー等により取得し農機用地図データ作成に反映させることが望ましい。

3次元点群データ（静的地物あり）に残す静的地物の例は下記のとおり。

3次元点群データ（静的地物あり）に残す静的地物の例

- ・ ガードレール
- ・ ほ場進入路
- ・ 給水栓
- ・ 給排水柵
- ・ 用水路
- ・ 排水路
- ・ 仕切弁
- ・ 空気弁
- ・ 電柱
- ・ 電線
- ・ 獣害防止柵
- ・ 樹木
- ・ ポール
- ・ 鉄塔
- ・ その他構造物（倉庫、ハウス、家屋等）

（2）3次元点群データ（地表面データ）の作成

出来形計測時にUAV空中写真測量で算出した地形の3次元点群データから静的

地物を除去し、地表面データを作成する。

(3) 出来形計測データ（計測点群データ）の作成

情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）(5) エ 計測点群データの作成に記載の手順にて、出来形管理における計測対象物の計測点群データを作成する。

(4) 座標変換

G N S S ガイダンスシステムを搭載した自動走行農機等は平面 (x, y) 座標として緯度経度座標系を、鉛直 (z) 座標として楕円体高を用いて位置情報を取得する。このため、情報化施工技術活用工事の成果品で平面 (x, y) 座標として平面直角座標系が、鉛直 (z) 座標として標高が用いられている場合、G N S S ガイダンスシステムを搭載した自動走行農機の走行経路パスを作成するために、平面 (x, y) 座標については平面直角座標系で表現された座標を緯度経度座標に、鉛直 (z) 座標については標高を楕円体高に、それぞれ変換する必要がある。

①座標変換を行ったデータを納品する場合

3次元点群データ（静的地物あり）、3次元点群データ（地表面データ）、出来形計測データ（計測点群データ）の作成の段階で座標変換する場合には、平面直角座標系の系番号及び準拠する測地系を基に変換を行う。この際、経緯度座標系の表現方法（度分秒形式又は十進法形式）、平面直角座標系の系番号と準拠する測地系を引継ぐ。また、鉛直 (z) 座標は、標高の基準となるジオイド（東京湾平均海面等）及び準拠する測地系のジオイド高を確認の上、標高にジオイド高を加えて楕円体高に変換する。平面直角座標でmmの精度（m表現であれば、小数点以下3桁）を有することを確認の上、経緯度座標系の度分秒形式又は十進法形式に変換し、mmの精度を担保できる桁数まで記載する。標高 (z) 座標を変換する場合も標高でmmの精度（m表現であれば、小数点以下3桁）が必要である。mmの精度を担保できない場合は、どの程度の精度を有するか記載すること。

【解説】

mm単位の精度を確保するため、座標変換時の桁落ちによる精度低下に留意する。

・度分秒形式の場合

緯度1秒は、地球上でおおよそ30.9mに相当する。この関係性をもとに1mmを秒で表すと、 $0.001 \text{ (m)} / 30.9 = 3.2 \times 10^{-5}$ 秒となる。すなわち、小数点以下5桁の精度で緯度・経度を表現すれば、地上でmmの精度を得ることができる。したがって、座標変換時に度分秒形式を用いる場合にmmの精度を担保するためには、小数点以下5桁程度の精度を確保することが望ましい。

・十進法形式の場合

緯度1度は、地球上でおおよそ111,000mに相当する。この関係性をもとに1mmを度で表すと、 $0.001 \text{ (m)} / 111,000 = 9.0 \times 10^{-9}$ 度となる。すなわち、小数点以下8桁～9桁程度の精度で緯度・経度を表現すれば、地上でmmの精度を得ることができる。したがって、座標変換時に十進法形式を用いる場合にmmの精度を担保するためには、小数点以下8桁～9桁程度の精度を確保することが望ましい。

②座標変換を行わずデータを納品する場合

メタデータとして変換に必要な情報を記録し引継ぐ。記録しておく情報の記載例を以下に示す。

(記載例)

- ・準拠する座標系：平面直角座標系（IX系）
- ・測地系：測地成果2024
- ・点群データの取得方法：UAV空中写真測量※
- ・計測性能：地上画素寸法10mm/画素以内（デジタルカメラ）※
- ・測定精度：±50mm以内※
- ・点群密度：0.01m2当たり1点以上（10cm×10cmメッシュ）※

※座標変換に直接必要なメタデータではないが、基盤地図データや農機用地図データ作成に必要なメタデータとして記載する。

(5) メタデータの作成

メタデータを作成する場合は、基盤地図データや農機用地図データの作成の段階で農地基盤整備データの効率的な活用を図るため、以下の各種データファイルに対して、1つのメタデータ（データの属性管理仕様）を作成する。

- ・3次元点群データ（静的地物あり）
- ・3次元点群データ（地表面データ）
- ・出来形計測データ（計測点群データ）
- ・オルソ画像データ

ファイル形式はテキストファイルとし、表 4-2の項目を示す。

表 4-2 メタデータの記載項目

メタデータ項目		条件
作成者	点群データの計測者名（企業名、部署など）	必須
作成日時	点群データの計測日時	必須
点群データ	3次元点群データ（静的地物あり）のファイル名	必須

	3次元点群データ（地表面データ）のファイル名 出来形計測データ（計測点群データ）のファイル名など	
計測機器詳細	UAV 機体（メーカー名、製品名） 計測方法（レーザー測量、写真測量、その他） レーザー（メーカー名、製品名、設置数、Class、波長（近赤外・グリーン）、測距方式（ToF・SW）、仕様上の精度）	必須
計測方法	飛行高度、飛行軌跡（点列・時刻付）、飛行方法（自動・手動）、飛行速度、衛星電波強度（衛星測位数、DOP 値など）、画像ラップ率、対空標識（数、位置、画像）、標定点（数、位置）、カメラ設定（焦点距離、露光時間、絞り、ISO 感度、シャッター方式、ブレ補正機能の設定値、撮像素子サイズ、画素数、キャリブレーションの有無、誤差モデル）	任意
ソフトウェア	解析ソフトウェア（ソフトウェア名、設定パラメータ）	任意
補正有無	有り・無し	必須
検証点精度	ΔX 方向—m、 ΔY 方向—m、 ΔZ 方向—m	必須
座標系定義	経緯度・平面直角座標系など	必須
精度が担保された範囲の座標値	所定のオーバーラップ率が担保された範囲の端点座標値	必須
点群データの詳細	全体オフセット量（X・Y・Z） 許容量 最大・最小点（X・Y・Z） トラジェクトリ関連（総数、各トラジェクトリの値及び該当する点の総数） 点が保持する情報 X・Y・Z・Intensity・R・G・B・Normal X・Normal Y・Normal Z・Time・ReturnNumber ScanDirection・FlightlineEdge・Classification・ScanAngle・PointSouceID・UserData	任意

XML 記載例

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
<!DOCTYPE nnictdata SYSTEM "NNICT05.DTD">
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="NNICT05.XSL"?>
<nnictdata DTD_version="05">
<出来形測量データ情報>
  <シリアル番号>1</シリアル番号>
  <ファイル名>UAV0XX001.拡張子</ファイル名>
  <種類>1_3次元点群データ（静的地物あり）、2_3次元点群データ（地表面データ）、3_出来形計測データ（計測点群データ）、4_オルソ画像データ</種類>
  <作成者>受注者: 監理技術者</作成者>
  <作成日時>2022-XX-XX</作成日時>
  <計測機器等>
    <計測機器名>製品名_社名</計測機器名>
    <計測方法>1_レーザー測量、2_写真測量、3_その他</計測方法>
    <解析ソフトウェア>ソフトウェア名_社名</解析ソフトウェア>
  </計測機器等>
  <計測方法詳細>飛行高度、飛行軌跡（点列・時刻付）、飛行方法（自動・手動）、飛行速度、衛星電波強度（衛星測位数、DOP 値など）、画像ラップ率、対空標識（数、位置、画像）、標定点（数、位置）、カメラ設定（焦点距離、露光時間、絞り、ISO 感度、シャッター方式、ブレ補正機能の設定値、撮影素子サイズ、画素数、キャリブレーションの有無、誤差モデル</計測方法詳細>
  <補正有無>1_あり、2_なし</補正有無>
  <検証点精度>
    <ΔX>-m</ΔX>
    <ΔY>-m</ΔY>
    <ΔZ>-m</ΔZ>
  </検証点精度>
  <座標系定義>
    <平面直角座標系>JGD2011</平面直角座標系>
    <測地系>02</測地系>
    <鉛直座標参照系>T.P</鉛直座標参照系>
  </座標系定義>
  <精度が担保された範囲>精度が担保された範囲データ.XML</精度が担保された範囲>
  <点群データの詳細>全体オフセット量（X・Y・Z）、許容量、最大・最小点（X・Y・Z）、トラジェクトリ関連（総数、各トラジェクトリの値及び該当する点の総数）、点が保持する情報、X・Y・Z・Intensity・R・G・B・Normal X・Normal Y・Normal Z・Time・ReturnNumber ScanDirection・FlightlineEdge・Classification・ScanAngle・PointSourceID・UserData
  </点群データの詳細>
</出来形測量データ情報>
<ソフトメーカー用TAG></ソフトメーカー用TAG>
</nnictdata>
```

XSL スタイルシート (NNICT05) 記載例①

出来形測量データ情報

シリアル番号	1	
ファイル名	UAV0XX001.拡張子	
種類	1_3次元点群データ(静的地物あり)、2_3次元点群データ(地表面データ)、3_出来形計測データ(計測点群データ)、4_オルソ画像データ	
作成者	受注者:監理技術者	
作成日時	2022-XX-XX	
計測機器等	計測機器名	製品名_社名
	計測方法	1_レーザー測量、2_写真測量、3_その他
	解析ソフトウェア	ソフトウェア名_社名
計測方法詳細	飛行高度、飛行軌跡(点列・時刻付)、飛行方法(自動・手動)、飛行速度、衛星電波強度(衛星測位数、DOP値など)、画像ラップ率、対空標識(数、位置、画像)、標定点(数、位置)、カメラ設定(焦点距離、露光時間、絞り、ISO感度、シャッター方式、ブレ補正機能の設定値、撮像素子サイズ、画素数、キャリブレーションの有無、誤差モデル)	
補正有無	1_あり、2_なし	
検証点精度	ΔX	-m
	ΔY	-m
	ΔZ	-m
座標系定義	平面直角座標系	JGD2011
	測地系	02
	鉛直座標参照系	T.P
精度が担保された範囲	精度が担保された範囲データ.XML	
点群データの詳細	全体オフセット量(X・Y・Z)、許容量、最大・最小点(X・Y・Z)、トラジェクトリ関連(総数、各トラジェクトリの値及び該当する点の総数)、点が保持する情報、X・Y・Z・Intensity・R・G・B・Normal X・Normal Y・Normal Z・Time・ReturnNumber ScanDirection・FlightlineEdge・Classification・ScanAngle・PointSouceID・UserData	

ソフトメーカー用TAG

--


```

</a>
<xsl:for-each select="@上位打合せ簿シリアル番号">
  (上位打合せ簿シリアル番号)
  <a>
    <xsl:attribute name="href">
      #<xsl:value-of select="."/>
    </xsl:attribute>
    <xsl:value-of select="."/>
  </a>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="@下位打合せ簿シリアル番号">
  (下位打合せ簿シリアル番号)
  <a>
    <xsl:attribute name="href">
      #<xsl:value-of select="."/>
    </xsl:attribute>
    <xsl:value-of select="."/>
  </a>
</xsl:for-each>
<br/></td>
</tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="ファイル名">
  <tr>
    <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()"/></th>
    <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
  </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="種類">
  <tr>
    <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()"/></th>
    <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
  </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="作成者">
  <tr>
    <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()"/></th>
    <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
  </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="作成日時">
  <tr>
    <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()"/></th>
    <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
  </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="計測機器等">
  <tr>
    <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()"/></th>
    <td class="sub">
      <table border="1" cellpadding="2" cellspacing="0" class="sub" width="100%">
        <xsl:for-each select="計測機器名">
          <tr>
            <th class="stl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()"/></th>
            <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
          </tr>
        </xsl:for-each>
      </table>
    </td>
  </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="計測方法">
  <tr>
    <th class="stl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()"/></th>
    <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
  </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="解析ソフトウェア">
  <tr>
    <th class="stl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()"/></th>
    <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
  </tr>
</xsl:for-each>
</table>
</td>
</tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="計測方法詳細">
  <tr>
    <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()"/></th>
    <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
  </tr>

```

```

        </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="補正有無">
    <tr>
        <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
        <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
    </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="検証点精度">
    <tr>
        <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
        <td class="sub">
            <table border="1" cellpadding="2" cellspacing="0" class="sub" width="100%">
                <xsl:for-each select="ΔX">
                    <tr>
                        <th class="stl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
                        <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
                    </tr>
                </xsl:for-each>
                <xsl:for-each select="ΔY">
                    <tr>
                        <th class="stl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
                        <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
                    </tr>
                </xsl:for-each>
                <xsl:for-each select="ΔZ">
                    <tr>
                        <th class="stl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
                        <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
                    </tr>
                </xsl:for-each>
            </table>
        </td>
    </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="座標系定義">
    <tr>
        <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
        <td class="sub">
            <table border="1" cellpadding="2" cellspacing="0" class="sub" width="100%">
                <xsl:for-each select="平面直角座標系">
                    <tr>
                        <th class="stl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
                        <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
                    </tr>
                </xsl:for-each>
                <xsl:for-each select="測地系">
                    <tr>
                        <th class="stl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
                        <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
                    </tr>
                </xsl:for-each>
                <xsl:for-each select="鉛直座標参照系">
                    <tr>
                        <th class="stl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
                        <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
                    </tr>
                </xsl:for-each>
            </table>
        </td>
    </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="精度が担保された範囲">
    <tr>
        <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
        <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
    </tr>
</xsl:for-each>
<xsl:for-each select="点群データの詳細">
    <tr>
        <th class="ttl" nowrap="nowrap"><xsl:value-of select="name()" /></th>
        <td><xsl:value-of select="."/><br/></td>
    </tr>
</xsl:for-each>
</table>
</xsl:template>

```

```
<xsl:template match="ソフトメーカー用TAG">
  <table class="ctl" border="0" bgcolor="#aaaadd" cellspacing="0" cellpadding="0">
    <tr>
      <td height="4"></td>
    </tr>
    <tr>
      <th><xsl:value-of select="name()" /></th>
    </tr>
  </table>
  <table border="0" bgcolor="#aaaadd" width="100%" height="4" cellspacing="0" cellpadding="0">
    <tr>
      <td></td>
    </tr>
  </table>

  <table class="data" border="1" cellpadding="2" cellspacing="0">
    <tr>
      <td><xsl:value-of select="." /><br/></td>
    </tr>
  </table>
</xsl:template>

</xsl:stylesheet>
```

メタデータ（3次元点群）のDTD（NNICT05）記載例

```
<!--NNICT05.DTD / 2019/09 -->
<!ELEMENT nniotdata (出来形測量データ情報+, ソフトメーカー用 TAG*) >
<!ATTLIST nniotdata DTD_version CDATA #FIXED "05">

<!-- 出来形測量データ情報 -->
<!ELEMENT 出来形測量データ情報 (シリアル番号, ファイル名, 種類, 作成者, 作成日時, 計測機器等+, 計測方法詳細+, 座標系定義+, 精度が担保された範囲+, 点群データの詳細+) >
<!ELEMENT シリアル番号 (#PCDATA) >
<!ATTLIST シリアル番号 上位打合せ簿シリアル番号 NMTOKEN #IMPLIED>
<!ATTLIST シリアル番号 下位打合せ簿シリアル番号 NMTOKEN #IMPLIED>
<!ELEMENT ファイル名 (#PCDATA) >
<!ELEMENT 種類 (#PCDATA) >
<!ELEMENT 作成者 (#PCDATA) >
<!ELEMENT 作成日時 (#PCDATA) >

<!-- 計測機器等 -->
<!ELEMENT 計測機器等 (計測機器名, 計測方法, 解析ソフトウェア) >
<!ELEMENT 計測機器名 (#PCDATA) >
<!ELEMENT 計測方法 (#PCDATA) >
<!ELEMENT 解析ソフトウェア (#PCDATA) >

<!-- 計測方法詳細 -->
<!ELEMENT 計測方法詳細 (#PCDATA) >

<!ELEMENT 補正有無 (#PCDATA) >
<!ELEMENT 検証点精度 (#PCDATA) >

<!-- 座標系定義 -->
<!ELEMENT 座標系定義 (平面直角座標系, 測地系, 鉛直座標参照系) >
<!ELEMENT 経緯度 (#PCDATA) >
<!ELEMENT 平面直角座標系 (#PCDATA) >
<!ELEMENT 鉛直座標参照系 (#PCDATA) >

<!-- 精度が担保された範囲 -->
<!ELEMENT 精度が担保された範囲の座標値 (#PCDATA) >

<!-- 点群データの詳細 -->
<!ELEMENT 点群データの詳細 (#PCDATA) >

<!ELEMENT ソフトメーカー用 TAG (#PCDATA) >
```

第3 2次元の工事完成図（全体平面図）の作成

1 平面図に旗上げる施設、設備及び表記

施設、設備にはそれぞれの名称の旗上げを行う。旗上げを行う施設、設備及び旗上げの表記の例を表 4-3に示す。

なお、図面座標位置及び実測位置の差が2～3m（図面上で5mm程度まで）以上の位置の変更があった地物については、図面の修正を行う。

表 4-3 旗上げを行う工種及び旗上げ表記の例

旗上げを行う施設、設備	旗上げの表記	備考
農道	農道	
進入路	進入路（タイプ）	タイプは通常型 ^{※1} 、放射状 ^{※2} 、ターン農道 ^{※3} 、クランク型 ^{※4} を記載する。
畦畔、用排水路の溝畔	畦畔	軽トラックが通行可能な幅広の場合は括弧書きで幅広であることを記載する（例：畦畔（幅広））。
給水栓	給水栓	
給水樹	給水樹	
排水樹	排水樹	
集水樹	集水樹	
ガードレール	ガードレール	
仕切弁	仕切弁	
空気弁	空気弁	
鉄塔	鉄塔	
電柱	電柱	ただし、工事完了時の状態とする。
電線	電線	
獣害防止柵	獣害防止柵	
その他構造物（倉庫、ハウス、家屋等）	構造物名	

※1～4 進入路のタイプの例

※1 通常型	※2 放射状	※3 ターン農道	※4 クランク型
 <p><出典>農林水産省：農業生産基盤整備等を通じた農作業事故のない安全な農村の実現に向けて全国の取組事例（R1）</p>	 <p><出典>北海道管営管体二号ため池地区3次元設計データ</p>	 <p><出典>農林水産省：国営上士別地区の写真，自動走行農機等に対応した農地整備の手引き（R5.3）</p>	 <p><出典>富山県営水橋石政地区の写真（SIP第2期 スマートバイオ産業・農業基盤技術 提供）</p>

【解説】

進入路、農道の有効幅員端、給水栓、給排水樹及びガードレール等の静的地物を図化
 する際は、それらの地物の位置を示す位置図を参照することで、図化が容易となる。

3次元設計データを参照することで、より容易に結線が可能となるため、可能であれば
 工事内の全ての工種において3次元設計データを作成し、ICT建設機械により施工す
 ることが望ましい。

第4 水張り面データの作成

出来形面積の管理において、3次元点群データ（地表面データ）を基に、CAD上で水張
 り面を結線した図及び、端点の緯度経度座標（WGS-84）を一覧にした水張り座標一覧図
 を以下の点に留意して作成することが望ましい。

- ① 水張り面は進入路、給排水樹の凹凸を無視せず折れ線で表現し、進入路、給排水樹
 の端点も拾い上げる
- ② 水張り面の座標値はTSによる実測又は3次元出来形計測で得られる3次元点群デ
 ータの座標を読み取って作成する
- ③ 営農者の意向を踏まえて、必要に応じてshpファイル等を作成する

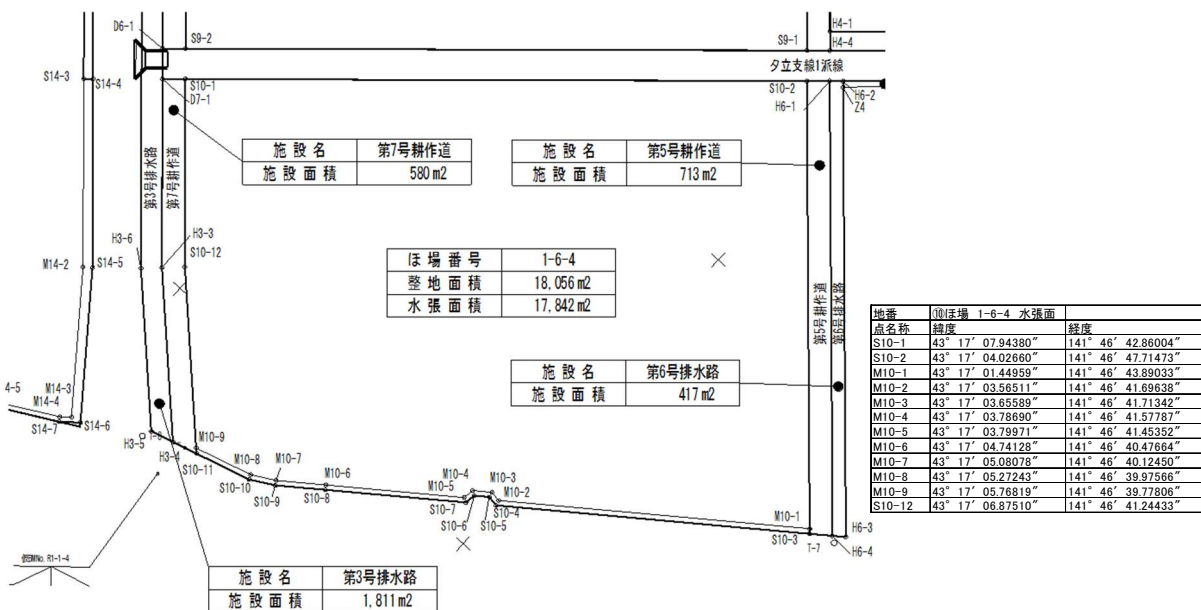


図 4-5 水張り面データの例

<出典> 北海道経営体二号ため池地区の求積図（北海道空知総合振興局 提供）

【解説】

ほ場整備後の出来形面積管理に用いる水張り面の座標データについて、平面直角座標
 系の端点座標を緯度経度座標（WGS-84）に変換しておくことで、GNSSガイダンスシ
 ステムを搭載したトラクタ、農業用UAVの走行経路パスの作成に活用可能となる。ま

た、農業用UAV等の導入により水張り面の標高データが必要となる場合、受発注者間で相談の上、データの付与を検討する。現時点においてもこれらのデータを営農者に提供し、GNSSガイダンスシステムを搭載したトラクタ、農業用UAVの経路情報として活用している事例がある（北海道岩見沢市）。また、これらのデータは数十～数百の筆を管理する大規模経営体が作業の進捗管理にGISデータを用いる場合にも活用が見込まれる。

第5 積算方法

本ガイドラインを対象とする工事の積算においては、以下の作業について、必要に応じて見積（諸経費込み）を徴収の上、工事価格に一括計上する。

- ・ 閉鎖区域の設定エリアが工事区域を超える場合は、事業完了時に別途補測を行う業務の実施が必要となるが、他の工事でカバーできない範囲が明確である場合は当該工事に含め、そのための追加の経費を計上する。
- ・ デジタルカメラ同時搭載でないUAVレーザーを用いる場合で別途UAVレーザー用数値写真の撮影を行った場合は、必要に応じ、そのための追加の経費を計上する。
- ・ UAV空中写真測量による出来形計測において、座標値の取得を必須とする範囲として、ロボットトラクタ等の走行時に支障となる施設が計測対象に含まれるよう、当該施設からさらに5m程度広げた範囲を計測範囲とする場合、必要に応じ、追加計測範囲の計測に必要な経費を計上する。
- ・ 出来形計測データ（計測点群データ）を作成する過程で、静的地物を残した3次元点群データのファイル（3次元点群データ（静的地物あり））、静的地物を除去した地表面の3次元点群データのファイル（3次元点群データ（地表面データ））を別途作成するために追加の作業が生じる場合は、必要に応じ、そのための追加の経費を計上する。
- ・ 基盤地図データ、農機用地図データ作成の段階で農地基盤整備データの効率的な活用を図るため、納品を行う各種データに対して、1つのメタデータ（データの属性管理仕様）を作成する必要がある。必要に応じ、そのための追加の経費を計上する。なお、各種データファイルは、3次元点群データ（静的地物あり）、3次元点群データ（地表面データ）、出来形計測データ（計測点群データ）、オルソ画像データである。
- ・ 2次元の工事完成図（全体平面図）作成の段階で、旗上げを行う場合に、必要に応じ、追加の経費を計上する。
- ・ ほ場整備後に水張り面を結線した図及び端点の緯度経度座標を一覧にした水張り座標一覧図の作成について、必要に応じ、そのための追加の経費を計上する。

第6 施工後における農地基盤整備データの納品

1 納品データ及びフォルダ構成

情報化施工ガイドライン（実施編）第13 施工後における報告及び納品 2 電子納品のうち、本ガイドラインの対象となる工事において必須となる納品データ及び追加で納品が必要なデータを表 4-4に示す。なお、納品データの形式は、今後のソフトウェアの開発動向を引き続き注視し、適宜、見直しを図る。各データのフォルダ構成は基本的に「工事完成図書の電子納品要領（案）」及び「情報化施工ガイドライン」に基づく。工事完成図書のフォルダ構成を図 4-6に示す。

表 4-4 本ガイドラインに基づいて作成する電子成果品

	納品データ	形式	格納フォルダ	備考
必須とする納品データ	出来形計測データ（計測点群データ）	CSV、LandXML、LASのポイントファイル	NNICT ¥ EW ¥ U A V	
	工事基準点及び評定点データ	CSV、LandXML、SIMAのポイントファイル	NNICT ¥ EW ¥ U A V	
	オルソ画像	撮影範囲の位置情報が付与されたGeoTIFF形式又はオルソ画像の位置情報を示すワールドファイルを添えたTIFF形式	NNICT ¥ EW ¥ 「ファイルの命名規則」の末尾にPIC	格納フォルダ名の例(U A V 0AS001PIC) ワールドファイルを添えて納品する場合、オルソ画像及びワールドファイルのファイル名は拡張子を除き同一とする
	オルソ画像	発注者より指定	オルソ画像と同一フォルダ	
	3次元設計データ	LandXMLのオリジナルデータ（TIN）	NNICT ¥ EW ¥ U A V	工事内の一部の工種のみICT建設機械により施工する場合は2次元の工事完成図を納品
追加する納品データ	3次元点群データ（静的地物あり）	CSV、LandXML、LASのポイントファイル	NNICT ¥ EW ¥ U A V	
	3次元点群データ（地表面データ）	CSV、LandXML、LASのポイントファイル	NNICT ¥ EW ¥ U A V	
	点群メタデータ	テキストファイル	NNICT ¥ EW ¥ U A V	
	3次元点群データ	LandXML	NNICT ¥ EW ¥ U A V	所定のオーバ

	タ計測において精度が担保された範囲データ			オーラップ率が担保された範囲の端点座標値
	対空標識を設置せず実測を行った場合の実測データ	SIMA形式	オルソ画像と同一フォルダ	対空標識を設置しない場合で、対空標識の設置個所の実測を行い、オルソ画像上に後付けでデータのマークを挿入した場合に納品が必要
	2次元の工事完成図（全体平面図）	P21、sxfのCADファイル	DRAWINGF	工事内の全ての工種においてICT建設機械により施工する場合は3次元設計データを納品
	水張り面データ	P21、sxfのCADファイル	DRAWINGF	

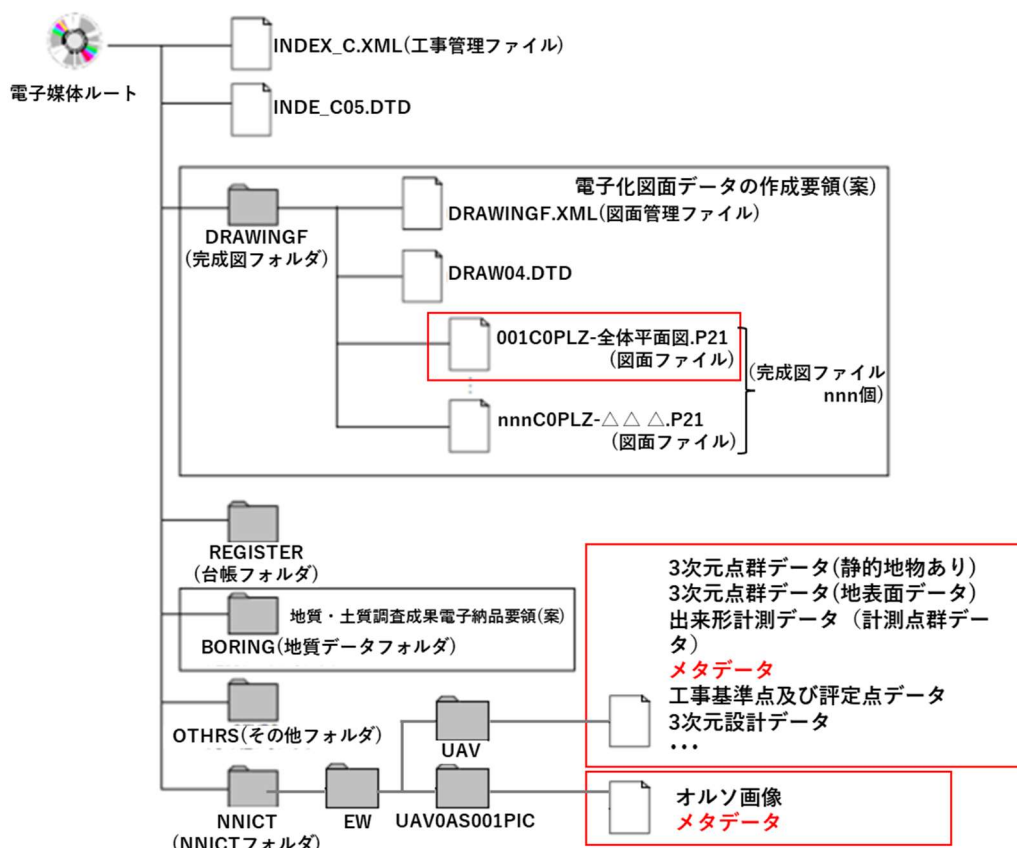


図 1-11 「工事完成図書」の電子納品要領（案）」のフォルダ構成

(工事完成図書の納品)

<出典>農林水産省農村振興局整備部設計課 施工企画調整室：電子化図面データの作成
要領（案）（R1），図1-11を一部加筆

図 4-6 工事完成図書のフォルダ構成

2 ファイルの命名規則

各データのファイルの命名は基本的に「工事完成図書の電子納品要領（案）」及び「情報化施工ガイドライン」に基づく。ファイルの命名規則を表 4-5に示す。

表 4-5 ファイルの命名規則

計測機器	整理 番号	図面 種類	番号	改訂 履歴	内容	記入例
UAV	0	SF	001 ～	—	3次元点群データ（静的地物あり）	UAV0SF001. 拡張子
UAV	0	SD	001 ～	—	3次元点群データ（地表面データ）	UAV0SD001. 拡張子
UAV	0	AS	001 ～	—	出来形計測データ（計測点群データ）※	UAV0AS001. 拡張子
UAV	0	MT	001 ～	—	点群メタデータ	UAV0MT001. 拡張子
UAV	0	PO	001 ～	—	工事基準点及び評定点データ※	UAV0PO001. 拡張子
UAV	0	DR	001 ～	0～Z	3次元設計データ※	UAV0DR001. 拡張子
UAV	0	OR	001 ～	—	オルソ画像、ワールドファイル	UAV0OR001. 拡張子
工事完成図書の電子納品要領（案）に基づく					2次元の工事完成図（全体平面図）	001C0PLZ- 全体平面図. 拡張子
—					水張り面データ	水張り面データ. 拡張子
—					対空標識を設置せず実測を行った場合の実測データ	対空標識代用実測データ. 拡張子
—					3次元点群データ計測において精度が担保された範囲データ	精度が担保された範囲データ. XML

※情報化施工技術活用工事の施工後に情報化施工ガイドラインに基づき作成される電子成果品である。

第7 補完代替設備設置の検討

農地に関する施設、設備、農道にポール及び反射鏡を設置することで、ロボットトラクタ等がより精緻に走行することが可能となる場合がある。

しかしながら、ポール及び反射鏡による補完代替技術は開発段階であり、維持管理方法に関する技術も未確立であることから、具体的な設置の検討に当たっては、今後の技術開発の進展を踏まえ、関係者間の意思疎通を図ることが重要である。

交差点箇所のポールの設置
(富良野の実証)



路肩部分のポールの設置
(富良野の実証)



<出典> 富良野で実証の写真 (東京大学深尾教授 提供)

第4章－2 情報化施工技術活用工事段階の留意点（農業用UAV）

第1 「情報化施工ガイドライン」及び「BIM/CIM活用ガイドライン」の適用

本章では、「情報化施工ガイドライン」を適用した工事において、本ガイドラインを活用する際に「BIM/CIM活用ガイドライン」も適用する。本ガイドラインの活用に当たっては、情報化施工ガイドライン（実施編）及び（出来形管理編）を参照されたい。また、BIM/CIM活用ガイドライン（第1編 共通編）を参照されたい。

第2 出来形測量の留意点

1 データ取得技術

農業用UAV用の地図データの航行経路作成では、水張区画等の航行範囲の正確な形状が把握できるデータ（3次元点群データ等）を用いることで当該区画のUAV自動航行経路作成が可能であるが、オルソ画像を取得することで、地物の種類や境界を視覚的に把握しやすくし、精度の高い航行経路の作成が可能となる。よって、UAV空中写真測量により出来形管理を行う場合には空中写真測量で撮影したデジタル写真からオルソ画像を作成することを推奨する。

【解説】

農業用UAV用の地図データの航行経路作成では、水張区画等の航行範囲の正確な形状を基にその範囲内で飛行経路を生成するため、水張区画等の航行範囲の正確な形状が把握できるデータ（3次元点群データや2次元の水張区画の形状データ）を用いることで当該区画のUAV自動航行経路作成が可能である。この際、オルソ画像を基に点群にRGB情報を付与することで、地物の種類や境界を視覚的に判別しやすくなるため、静的地物をより精度よく特定でき、航行経路作成の参考となるため、本ガイドラインを適用する工事ではUAV空中写真が取得できる技術を推奨する。

これ以外の技術を用いる場合でも水張区画等の航行範囲の正確な形状が把握できるデータを取得することが可能であれば、農業用UAV自動航行用の地図データ作成が可能である。

なお、工事の出来形計測には情報化施工技術を用いず、確定測量でUAV空中写真測量を実施する場合は、工区全体の施工完了後に一括で実施することが効率的となる場合もある。

2 機器の機能及び要件

機器の計測性能は、情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3の記載を、点群処理ソフトウェアの機能と要件は、別紙－1点群処理ソフトウェアの機能と要件をそれぞれ参照すること。

3 UAV空中写真測量による出来形計測

(1) 撮影計画の立案

情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）に記載されている留意点に加え、以下の点に留意し、空中写真測量の撮影コース及び重複度を施工計画書に記載する。

ア 3次元計測範囲

情報化施工技術活用工事における3次元出来形管理の実施範囲に準拠するが、農業用UAV自動航行を行う区域を包含する計測範囲とすることが望ましい。また、周囲に農業用UAV航行時に支障となる静的地物がある場合、計測範囲に含むか、その位置や寸法の情報を記録することが望ましい。

【解説】

農業用UAVの飛行範囲はほ場の水張区域等作付けが行われる範囲であり、これは基本的にほ場整備工における出来形管理の計測範囲に含まれること、情報化施工ガイドラインに準拠し作成される農地基盤整備データは農業用UAV用データに求めるデータ精度を満足することから、情報化施工技術活用工事における3次元出来形管理の実施範囲に準拠する。ただし、支障となる静的地物を計測範囲に含めることにより農業用UAV用地図データの作成が容易になる場合や、複数の区画をまたがって飛行する場合は、3次元出来形管理の実施範囲から外れる範囲についても計測範囲に含める必要がある。UAV空中写真測量で映りにくい静的地物（電線や樹木の枝等）については、被写体に含めずその位置と寸法を記録し農業用UAV用地図データ作成時に支障物として登録することも可能である。なお、高低差のある区域で航行する場合や周囲に法面や土手が存在するなど航行する高さに影響を及ぼす地域で農業用UAV用地図データを作成する場合は、鉛直方向の座標値も活用する。

農業用UAV航行時に支障となる静的地物の例

- ・ 給排水桝
- ・ 給水栓
- ・ 集水桝
- ・ ガードレール
- ・ 電柱
- ・ 電線
- ・ 獣害防止柵
- ・ 樹木
- ・ ポール
- ・ 鉄塔
- ・ 仕切弁、空気弁

- ・その他構造物（倉庫、ハウス、家屋等）
- ・電柱等の側にかかる引き込み線
- ・高さ2m以上の法面

空中写真測量の撮影コース、重複度（ラップ率、地上画素寸法）などは、情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）（5）出来形管理の計測手順及び実施手順に準拠する。

イ 撮影時期・時間帯

農業用UAV用地図データ作成の観点からは、以下の点に留意することが望ましい。

- ・雑草の影響を軽減するため、撮影は極力施工直後に工事単位で実施。
- ・上記が困難な場合は、秋～冬の雑草の少ない時期、正午前後又は太陽光の影響が少ない時間帯でUAV空中写真測量を用いて撮影。

（2）標定点及び検証点の設置・計測

情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）（5）出来形管理の計測手順及び実施手順 イ 標定点及び検証点の設置及び計測と同様とする。

（3）精度確認

情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）（3）UAV空中写真測量の精度確認と同様とする。

（4）出来形計測箇所

出来形計測範囲は、情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（5）出来形管理の計測手順及び実施手順 ウ 空中写真測量の実施と同様とする。

4 オルソ画像の作成

農業用UAV用の地図データの航行経路作成では、オルソ画像を取得することで、地物の種類や境界を視覚的に把握しやすくし、精度の高い航行経路の作成が可能となる。よって、UAV空中写真測量により出来形管理を行う場合には空中写真測量で撮影したデジタル写真からオルソ画像を作成することを推奨する。

UAV空中写真測量による出来形計測を行う際、撮影したデジタル写真からオルソ画像データを作成する場合は、以下のとおりとする。

（1）オルソ画像の作成

UAV空中写真測量等で撮影した写真を正射変換し、オルソ画像を生成する。オル

ソ画像の解像度は撮影した元の画像と同一の画素寸法にて作成することとする。

(2) プロパティ情報の付与

オルソ画像のプロパティの詳細に作成者、作成日時の情報付与する。

(3) ファイルの作成

発注者は、事業完了時に各工区のオルソ画像を重ね合わせ、地区全体の出来形の確認を行う。そのため、作成するオルソ画像のファイル形式は、発注者が指定する。発注者は、自身のシステム環境を考慮し、ファイル形式を指定する。本ガイドラインでは、幅広いシステム環境に対応可能な①GeoTIFF形式での作成、または、②オルソ画像の位置情報を示すワールドファイルを添えたTIFF、JPEG形式（「.tfw」、「.tifw」、「.jgw」、「.jpgw」等）を推奨する。

5 3次元点群データの加工

本ガイドラインが対象とする工事の点群処理ソフトウェアによる3次元点群データの加工工程及び納品データを図4-7に示す。なお、取得した点群データは、時間の経過に伴い経年変化が生じる可能性があるため、データの取得時期等の情報を明示する。明示する情報は、(5)メタデータの作成を参考にする。また、取得からの時間経過や空中写真測量の技術的特性により、静的地物が網羅的に取得されていない可能性があるため、農業用UAV用地図データを作成する際に留意する。

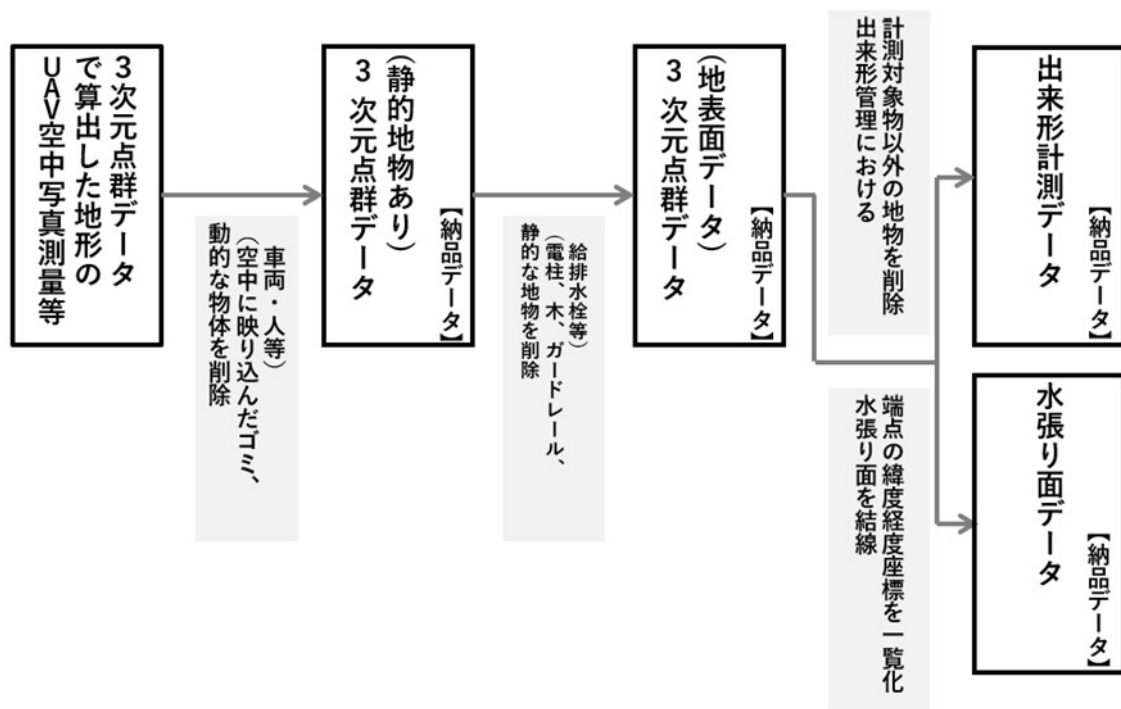


図 4-7 3次元点群データの加工工程及び納品データ

(1) 3次元点群データ（静的地物あり）の作成

出来形計測時にUAV空中写真測量等により算出した地形の3次元点群データから、動的物体を除去し、静的地物を有する点群データを作成する。

UAV空中写真測量による出来形測量（ア）3次元計測範囲で示した必須の3次元計測範囲及び計測範囲内のUAVの航行空域（地表面から15m程度※）の静的地物のデータは原則、3次元点群データ（静的地物あり）として納品する。

3次元点群データ（静的地物あり）は、オルソ画像を基に点群にRGB情報を付与する。RGB情報を加えることで、地物の種類や境界を視覚的に判別しやすくなるため、静的地物をより精度よく特定できる。

※対象は場の勾配等も考慮し、適宜検討。

【解説】

情報化施工の3次元出来形管理においては、静的地物のデータは基本的にノイズデータとして除去されるが、本ガイドラインの適用に当たって、農業用UAV用地図データ作成のため、静的地物の情報を残し、「3次元点群データ（静的地物あり）」として納品する。また、中山間地等起伏のある地形における出来形測量時には、UAV航行範囲の地形情報についても留意する。

なお、現状、UAV空中写真測量では、電柱や樹木といった細長い形状の静的地物の先端部分の情報を網羅できない可能性があるため、写真測量では映らない静的地物の情報をUAVレーザーやTLS等により取得し農業用UAV用地図データ作成時に支障物として登録するなどすることが望ましい。

3次元点群データ（静的地物あり）に残す静的地物の例は下記のとおり。

- ・ ガードレール
- ・ 電柱
- ・ 電線
- ・ 獣害防止柵
- ・ 樹木
- ・ ポール
- ・ 鉄塔
- ・ その他構造物（倉庫、ハウス、家屋等）
- ・ 電柱等の側にかかる引き込み線
- ・ 高さ2m以上の法面

(2) 3次元点群データ（地表面データ）の作成

出来形計測時にUAV空中写真測量で算出した地形の3次元点群データから静的地物を除去し、地表面データを作成する。作成したデータは、出来形計測データや水張り面データ等の航行範囲の正確な形状が分かるデータの作成に活用する。

(3) 出来形計測データの作成

情報化施工ガイドライン（出来形管理編）共通事項 第3 6 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）(5) エ 計測点群データの作成に記載の手順にて、出来形管理における計測対象物の計測点群データを作成する。

(4) 座標変換

G N S S ガイダンスシステムを搭載した自動走行農機等は平面 (x, y) 座標として緯度経度座標系を、鉛直 (z) 座標として楕円体高を用いて位置情報を取得する。このため、情報化施工技術活用工事の成果品で平面 (x, y) 座標として平面直角座標系が、鉛直 (z) 座標として標高が用いられている場合、G N S S ガイダンスシステムを搭載した自動走行農機の走行経路パスを作成するために、平面 (x, y) 座標については平面直角座標系で表現された座標を緯度経度座標に、鉛直 (z) 座標については標高を楕円体高に、それぞれ変換する必要がある。

①座標変換を行ったデータを納品する場合

3次元点群データ（静的地物あり）、3次元点群データ（地表面データ）、出来形計測データ（計測点群データ）の作成の段階で座標変換する場合には、平面直角座標系の系番号及び準拠する測地系を基に変換を行う。この際、経緯度座標系の表現方法（度分秒形式又は十進法形式）、平面直角座標系の系番号と準拠する測地系を引継ぐ。また、鉛直 (z) 座標は、標高の基準となるジオイド（東京湾平均海面等）及び準拠する測地系のジオイド高を確認の上、標高にジオイド高を加えて楕円体高に変換する。平面直角座標でmmの精度（m表現であれば、小数点以下3桁）を有することを確認の上、経緯度座標系の度分秒形式又は十進法形式に変換し、mmの精度を担保できる桁数まで記載する。標高 (z) 座標を変換する場合も標高でmmの精度（m表現であれば、小数点以下3桁）が必要である。mmの精度を担保できない場合は、どの程度の精度を有するか記載すること。

【解説】

mm単位の精度を確保するため、座標変換時の桁落ちによる精度低下に留意する。

・度分秒形式の場合

緯度1秒は、地球上でおおよそ30.9mに相当する。この関係性をもとに1mmを秒で表すと、 $0.001 \text{ (m)} / 30.9 = 3.2 \times 10^{-5}$ 秒となる。すなわち、小数点以下5桁の精度で緯度・経度を表現すれば、地上でmmの精度を得ることができる。したがって、座標変換時に度分秒形式を用いる場合にmmの精度を担保するためには、小数点以下5桁程度の精度を確保することが望ましい。

・十進法形式の場合

緯度1度は、地球上でおおよそ111,000mに相当する。この関係性をもとに1mmを度で表すと、 $0.001\text{ (m)} / 111,000 = 9.0 \times 10^{-9}$ 度となる。すなわち、小数点以下8桁～9桁程度の精度で緯度・経度を表現すれば、地上でmmの精度を得ることができる。したがって、座標変換時に十進法形式を用いる場合にmmの精度を担保するためには、小数点以下8桁～9桁程度の精度を確保することが望ましい。

②座標変換を行わずデータを納品する場合

メタデータとして変換に必要な情報を記録し引継ぐ。記録しておく情報の記載例を以下に示す。

(記載例)

- ・準拠する座標系：平面直角座標系（IX系）
- ・測地系：測地成果2024
- ・点群データの取得方法：UAV空中写真測量※
- ・計測性能：地上画素寸法10mm/画素以内（デジタルカメラ）※
- ・測定精度：±50mm以内※
- ・点群密度：0.01m²当たり1点以上（10cm×10cmメッシュ）※

※座標変換に直接必要なメタデータではないが、農業用UAV用地図データ作成に必要なメタデータとして記載する。

(5) メタデータの作成

農業用UAV用地図データの作成段階において、農地基盤整備データを効率的に活用するため、メタデータを作成する場合は、以下の項目をメタデータとしてテキストファイルとして作成する。作成の際は「本ガイドライン 第4章-1 第2 6 (5)」も参考にする。

(項目の例)

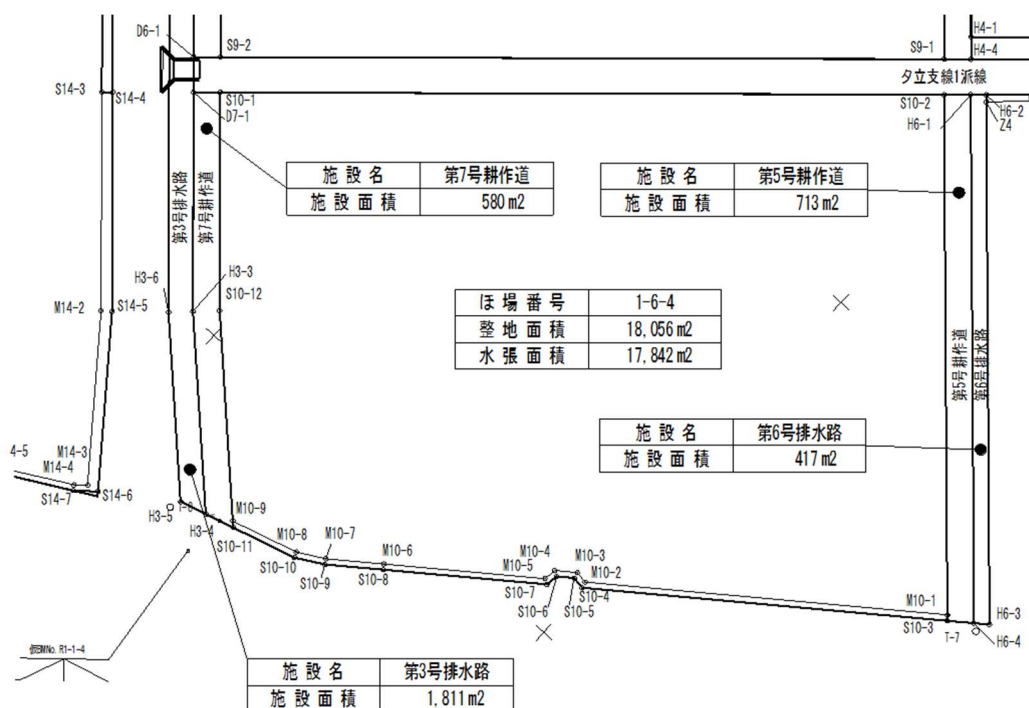
- ・撮影年月日
- ・機器の情報
- ・計測密度（「0.01m²当たり1点以上（10cm×10cmメッシュ）等」）
- ・計測性能（「地上画素寸法10mm/画素以内（デジタルカメラ）」等）
- ・準拠座標系（「平面直角座標系IX系」等）
- ・測地系（「測地成果2024」等）

第3 水張り面データの作成

水張り面データの作成では、2次元の全体計画平面図※から水張り区画の範囲を決定し、端点座標値を取得する。

高さ情報については、全体計画平面図を活用する場合には、計画田面高を参考に高さ情報を付与することが望ましい。また、3次元の計測点群データを活用する場合には、水張り区画内で最も標高が高い点群データの座標を高さ情報として付与することが望ましい。

※計画から変更になった場合等は、2次元の工事完成図（全体平面図）を使用することも可。



地番	⑩ほ場 1-6-4 水張面	
点名称	緯度	経度
S10-1	43° 17' 07.94380"	141° 46' 42.86004"
S10-2	43° 17' 04.02660"	141° 46' 47.71473"
M10-1	43° 17' 01.44959"	141° 46' 43.89033"
M10-2	43° 17' 03.56511"	141° 46' 41.69638"
M10-3	43° 17' 03.65589"	141° 46' 41.71342"
M10-4	43° 17' 03.78690"	141° 46' 41.57787"
M10-5	43° 17' 03.79971"	141° 46' 41.45352"
M10-6	43° 17' 04.74128"	141° 46' 40.47664"
M10-7	43° 17' 05.08078"	141° 46' 40.12450"
M10-8	43° 17' 05.27243"	141° 46' 39.97566"
M10-9	43° 17' 05.76819"	141° 46' 39.77806"
S10-12	43° 17' 06.87510"	141° 46' 41.24433"

図 4-8 水張り面データの例

<出典>北海道経営体二号ため池地区の求積図(北海道空知総合振興局 提供)

第4 積算方法

本ガイドラインを対象とする工事の積算においては、以下の作業について、必要に応じて見積（諸経費込み）を徴収の上、工事価格に一括計上する。

- ・ 閉鎖区域の設定エリアが工事区域を超える場合は、事業完了時に別途補測を行う業務の実施が必要となるが、他の工事でカバーできない範囲が明確である場合は当該工事に含め、そのための追加の経費を計上する。
- ・ UAV空中写真測量による出来形計測において、農業用UAVの航行時に支障となる施設が計測対象に含まれるよう、当該施設を含む3次元出来形管理の実施範囲外も計測範囲に含める場合は、必要に応じ、そのための追加の経費を計上する。
- ・ 出来形計測データ（計測点群データ）を作成する過程で、静的地物を残した3次元点群データのファイル（3次元点群データ（静的地物あり））、静的地物を除去した地表面の3次元点群データのファイル（3次元点群データ（地表面データ））を別途作成するために追加の作業が生じる場合は、必要に応じ、そのための追加の経費を計上する。
- ・ 農業用UAV用地図データの作成段階において、農地基盤整備データを効率的に活用するため、メタデータを作成する場合は、必要に応じ、そのための追加の経費を計上する。
- ・ ほ場整備後に水張り面を結線した図及び端点の緯度経度座標を一覧にした水張り座標一覧図の作成について、必要に応じ、そのための追加の経費を計上する。

第5 施工後における農地基盤整備データの納品

1 納品データ及びフォルダ構成

情報化施工ガイドライン（実施編）第1章 総則 第13 施工後における報告及び納品

2 電子納品のうち、本ガイドラインの対象となる工事において必須となる納品データ及び追加で納品が必要なデータを表 4-6に示す。なお、納品データの形式は、今後のソフトウェアの開発動向を引き続き注視し、適宜、見直しを図る。各データのフォルダ構成は基本的に「工事完成図書の電子納品要領（案）」及び「情報化施工ガイドライン」に基づく。工事完成図書のフォルダ構成を図 4-9に示す。

表 4-6 本ガイドラインに基づいて作成する電子成果品

	納品データ	形式	格納フォルダ	備考
情報化施工で得られるデータ	出来形計測データ (計測点群データ)	CSV、LandXML、LASのポイントファイル	NNICT ¥ EW ¥ U A V	
	工事基準点及び評定点データ	CSV、LandXML、SIMAのポイントファイル	NNICT ¥ EW ¥ U A V	
	オルソ画像	撮影範囲の位置情報が付与されたGeoTIFF形式又はオルソ画像の位置情報を示すワールドファイルを添えたTIFF形式	NNICT ¥ EW ¥ 「ファイルの命名規則」の末尾にPIC	格納フォルダ名の例(U A V 0AS001PIC) ワールドファイルを添えて納品する場合、オルソ画像及びワールドファイルのファイル名は拡張子を除き同一とする
	3次元設計データ	LandXMLのオリジナルデータ (TIN)	NNICT ¥ EW ¥ U A V	工事内の一部の工種のみICT建設機械により施工する場合は2次元の工事完成図を納品
上記に一部加工が必要(必要な加工・任意の加工含む)	3次元点群データ (静的地物あり)	CSV、LandXML、LASのポイントファイル	NNICT ¥ EW ¥ U A V	
	3次元点群データ (地表面データ)	CSV、LandXML、LASのポイントファイル	NNICT ¥ EW ¥ U A V	
新しく作るデータ	水張り面データ	P21、sxfのCADファイル	DRAWINGF	
	メタデータ	テキストファイル	NNICT ¥ EW ¥ U A V	

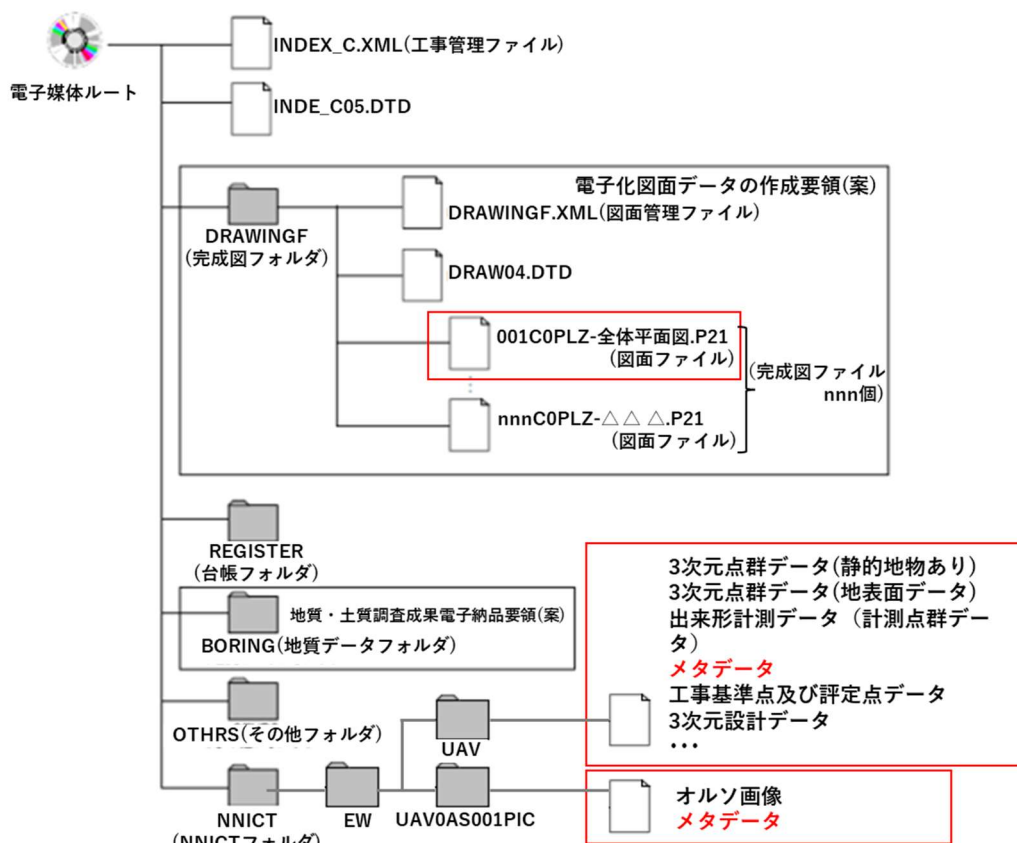


図 1-11 「工事完成図書の電子納品要領 (案)」のフォルダ構成

(工事完成図書の納品)

<出典>農林水産省農村振興局整備部設計課 施工企画調整室：電子化図面データの作成要領 (案) (R1) , 図1-11を一部加筆

図 4-9 工事完成図書のフォルダ構成

2 ファイルの命名規則

各データのファイルの命名は基本的に「工事完成図書の電子納品要領（案）」及び「情報化施工ガイドライン」に基づく。ファイルの命名規則を表 4-7に示す。

表 4-7 ファイルの命名規則

計測機器	整理 番号	図面 種類	番号	改訂 履歴	内容	記入例
UAV	0	SF	001 ～	—	3次元点群データ (静的地物あり)	UAV0SF001. 拡張子
UAV	0	SD	001 ～	—	3次元点群データ (地表面データ)	UAV0SD001. 拡張子
UAV	0	AS	001 ～	—	出来形計測データ (計測点群データ) ※	UAV0AS001. 拡張子
UAV	0	PO	001 ～	—	工事基準点及び評 定点データ※	UAV0PO001. 拡張子
UAV	0	DR	001 ～	0～Z	3次元設計データ※	UAV0DR001. 拡張子
UAV	0	OR	001 ～	—	オルソ画像、ワールド ファイル	UAV0OR001. 拡張子
UAV	0	MT	001 ～	—	メタデータ	UAV0MT001. 拡張子
工事完成図書の電子納品要領（案）に基 づく					水張り面データ	水張り面データ. 拡張 子

※情報化施工技術活用工事の施工後に情報化施工ガイドラインに基づき作成される電子成果品である。

第6（参考）航行経路の作成手法の例示

（1）農地基盤整備データの活用

情報化施工技術活用工事で得られた農地基盤整備データから農業用UAV自動航行用の地図データを作成する方法は、情報化施工技術活用工事から農業用UAV用地図データの搭載までの流れでいう競争領域に対応する。

ここでは、その作成手順を一例として示す。なお、作成手順は、機体やデータ作成者（メーカーや農業用UAVサービス提供事業者）により異なるため、ここで示す手順どおりに実施することを指示するものではない。

- ・水張り面データ

水張り面データは、農業用UAVの航行範囲を決定する際に用いられる。これにより、飛行可能エリアを正確に把握し、航路を図示・生成することが可能となる。

- ・3次元点群データ（静的地物あり）

電柱や水路などの静的地物の位置情報は、自動航行時の障害物回避に有効であり、航行経路の安全性を高めるための重要な要素となる。

- ・3次元設計データ

地形や構造物の高さ・形状などの空間情報を含む3次元設計データは、航行経路の作成において有用である。特に、起伏や障害物の位置を正確に把握することで、より現実的で安全な飛行ルートが設計が可能となる。なお、工事の一部工種のみをICT建設機械で施工する場合には、2次元の工事完成図が納品されることもある。

- ・オルソ画像

オルソ画像を活用することで、点群データにRGB情報を付加でき、地物の種類や境界を視覚的に判別しやすくなる。その結果、水張り面や静的地物の特定精度が向上し、航行経路の作成における判断材料として有効に機能する。

表 4-8 営農段階で活用する情報（農業用UAV）

データ・情報の種類	営農段階での活用情報	情報化施工技術活用工事で得られるデータ
自動航行に必要なデータ	<ul style="list-style-type: none"> 水張り面の正確な範囲を示すデータ 	<ul style="list-style-type: none"> 水張り面データ（必須） 3次元設計図面（任意） オルソ画像（任意） 出来形計測データ（任意）
図形情報	<ul style="list-style-type: none"> 地表面 	<ul style="list-style-type: none"> オルソ画像（任意） 出来形計測データ（任意） 3次元点群データ（地表面データ）（任意）
状況に応じて付加する属性情報	<ul style="list-style-type: none"> 航行の支障となる地物※（電柱、電線等） 	<ul style="list-style-type: none"> 3次元設計図面（任意） オルソ画像（任意） 3次元点群データ（静的地物あり）（任意）



※静的地物ありの点群データや設計段階・施工段階で静的地物の位置や形状が得られている場合等。

(2) 航行経路の作成手法

農地基盤整備データを、農業用UAVで利用可能な地図データへと変換するデータ形式及び変換手順の一例を以下に示す。

[1 3次元点群データから航行経路を生成する手順 (例)]

(1) 点群データ (CSV形式) の3Dtiles形式への変換

点群データ (CSV形式) は、X・Y・Z座標等の属性情報を保持するデータであり、そのままでは三次元空間上での点群の空間的分布を確認しながら区画形状を把握することが困難である。このため、点群の可視化及び区画形状の把握、座標抽出を目的として、GISソフトウェアを使用した。点群データの読み込みや農業用UAVが読み込めるデータ形式で出力が可能なGISソフトウェアを用いることが可能である。GISソフトウェア上では以下のような作業を行う。(必要な作業は、農業用UAV用地図データの形式により異なり、以下にない作業が必要となる場合もある。)

① 平面 (x, y) 座標や鉛直 (z) 座標の変換を行う

点群データの平面 (x, y) 座標が平面直角座標で表現されている、鉛直 (z) 座標が標高で表現されている場合は、座標変換を行う。変換作業には準拠する測地系や平面直角座標系の情報が必要である。座標変換の技術的手法については、「本ガイドライン 第4章-2 第2 5 (4)」を参照する。

② ほ場区画の端点座標値を抽出する

ほ場の区画形状を抽出するための作業である。端点座標値を記録して、農業用UAVのフライトパス作成時に直接登録する。端点座標値はGeoJson形式などの空間データを記録するフォーマットで出力することも可能

③ ほ場区画のポリゴンを作成する

②と同様、ほ場の区画形状を抽出するための作業である。点群からほ場の区画形状を表すポリゴンを作成して農業用UAVに読み込ませる。②、③において、広域エリア (複数のほ場区画) で航行する場合、複数のほ場を含む点群データを読み込んだうえで、航行エリアの端点座標値を抽出する。

④区画の位置や形状の整合性を確認する。

座標系が正しく設定されているか、区画形状が正しく作成されているか等、GISソフトウェア上で地理院地図や航空写真などと重ね合わせて区画の位置や形状の整合性を確認する。

(2) フライトプラン作成システムでのフライトプラン作成

(1) で作成したほ場の区画形状を示すデータを読み込み、フライトプランを作成する。点群データに含まれる、又は設計段階・施工段階で把握した静的地物の情報

はここで登録する。

(3) 現地確認

(2) で生成されたフライトプランにより航行が可能か現地で確認する。確認が必要な項目は、区画形状（平面上の位置）、高さ、事前には把握できなかった支障となる静的地物等である。また、農業用UAV用地図データ作成の元となった点群データは、取得からの時間経過や空中写真測量の技術的特性により、静的地物が網羅的に取得されていない可能性があるため、現地確認において支障となる静的地物がないか留意し現地確認を行う。

[2 2次元CADデータから航行経路を生成する手順 (例)]

(1) 2次元CADデータ上での事前準備

2次元CADデータである全体計画平面図（計画から変更になった場合は工事完成図も可）から水張区画の形状を正確に把握するため、畦畔を考慮した区画データを新たなレイヤで作成する。この作業は、用いる平面図において畦畔と区画が別レイヤで作成されている場合、後の変換工程で畦畔位置を含まないデータとして出力されてしまうため必要な作業である。

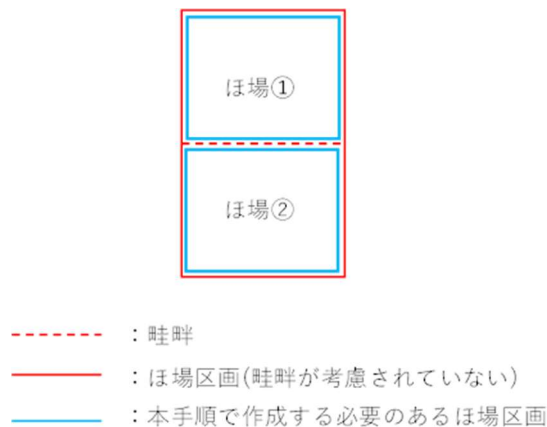


図 4-10 畦畔データ含む区画形状の領域定義イメージ

(2) 座標系の設定・変換

用いる平面図で座標系が設定されていない場合は、座標系の設定を行う。座標系の設定は、当該工事が準拠する測地系や公共基準点の情報を基に設定する。

また、平面 (x, y) 座標が平面直角座標で表現されている、鉛直 (z) 座標が標高で表現されている場合は、座標系の変換を行う必要がある。変換作業には準拠する測地系や平面直角座標系の情報が必要である。座標変換の技術的手法については、「本ガイドライン 第4章-2 第2 5 (4)」を参照する。

(3) SXF (P21) 形式からSHP形式への変換

図面に記載の座標値から区画形状を視覚的に把握し、農業用UAV用地図データへの座標抽出を目的として、GISソフトウェアを用いた。

図面ファイルの読み込みや農業用UAVが読み込めるデータ形式で出力が可能なGISソフトウェアを用いることが可能であるが、図面ファイルを読み込むために予めshpファイルなどの形式に変換する必要がある場合がある。変換ソフトウェアは任意であるが、国土地理院が公開している「公共測量成果検査支援ツール」*を使用することも可能である。GISソフトウェア上では以下のような作業を行う。(必要な作業は、農業用UAV用地図データの形式により異なり、以下にない作業が必要となる場合もある。)

※<出典>国土地理院：公共測量成果検査支援ツール、

<https://www.gsi.go.jp/KOUKYOU/sokuryosidou41021.html> (2026年2月3日時点)

① 座標変換

GISソフトウェア上で座標変換を行う場合は、(2) 座標系の設定・変換を参考に座標変換を行う

② ほ場区画の端点座標値を抽出する

ほ場の区画形状を抽出するための作業である。端点座標値を記録、GeoJson形式などの空間データを記録するフォーマットで出力し、次工程で鉛直(z)座標値を付与する。

③ ほ場区画のポリゴンを作成する

②と同様、ほ場の区画形状を抽出するための作業である。平面(x,y)座標値からほ場の区画形状を表すポリゴンを作成、GeoJson形式などの空間データを記録するフォーマットで出力し、次工程で鉛直(z)座標値を付与する。

④ 区画の位置や形状の整合性を確認する。

座標系が正しく設定されているか、区画形状が正しく作成されているか等、GISソフトウェア上で地理院地図や航空写真などと重ね合わせて区画の位置や形状の整合性を確認する。

(4) 高さ情報の付与

2次元図面には高さの情報がないため、何らかの方法で高さの情報を取得し付与する必要がある。付与の方法は、区画内の高低差がないほ場では、田面高を用いる方法、現地で高さの情報を取得するなどの方法がある。取得した高さが標高で表現されている場合、高さの変換(楕円体高への変換)が必要である。高さ情報の付与として、UAV空中写真測量で取得した3次元点群データを用いて各区画の田面高を決定する。また、区画内の電柱、給水栓、獣害防止柵などは田面高として不適切なため、事前に

位置を確認し、一定距離内の点群を除外して高さ情報を付与することに留意する。

(5) フライトプラン作成システムでのフライトプラン作成

(1) で作成したほ場の区画形状を示すデータを読み込み、フライトプランを作成する。点群データに含まれる、又は設計段階・施工段階で把握した静的地物の情報はここで登録する。

(6) 現地確認

(2) で生成されたフライトプランにより航行が可能か現地で確認する。確認が必要な項目は、区画形状(平面上の位置)、高さ、事前には把握できなかった支障となる静的地物等である。また、農業用UAV用地図データ作成の元となった点群データは、取得からの時間経過や空中写真測量の技術的特性により、静的地物が網羅的に取得されていない可能性があるため、現地確認において支障となる静的地物がないか留意し現地確認を行う。

〔コラム〕 3次元点群データを用いたUAVの航行経路の決定

現状、UAVの自動航行経路設定は、現地測量等による平面直角座標の情報を基に行われており、3次元点群データは活用されていない。一方、UAVを活用した物流の社会実装が想定される中で、航空写真測量等により取得した3次元点群データを利用して航行経路を設定する手法の開発も進んでいる。本コラムでは、UAVを用いた物流関係における3次元点群データ活用の検討事例を紹介する。

事例名：離発着地点、飛行ルート上の詳細な3次元地図製作とドローン管制システムの構築に向けた検討

本事例は、UAV等の安全運航が確保できる環境を構築することを目的とし、整備対象地域の離陸・着陸・緊急時着陸などを行う離発着場周辺や飛行ルート上の送電線、鉄塔、電柱、電線、避雷針、電話線、木の枝などの3次元点群データを取得し、詳細な3次元地図を作成する。作成した3次元地図はAI管制システムに取り込まれ、飛行シミュレーション等にも活用が見込まれる。

このような3次元点群データの活用は将来的に普及していく可能性があり、測量技術の開発動向に応じて測量方法等についても検討が必要である。

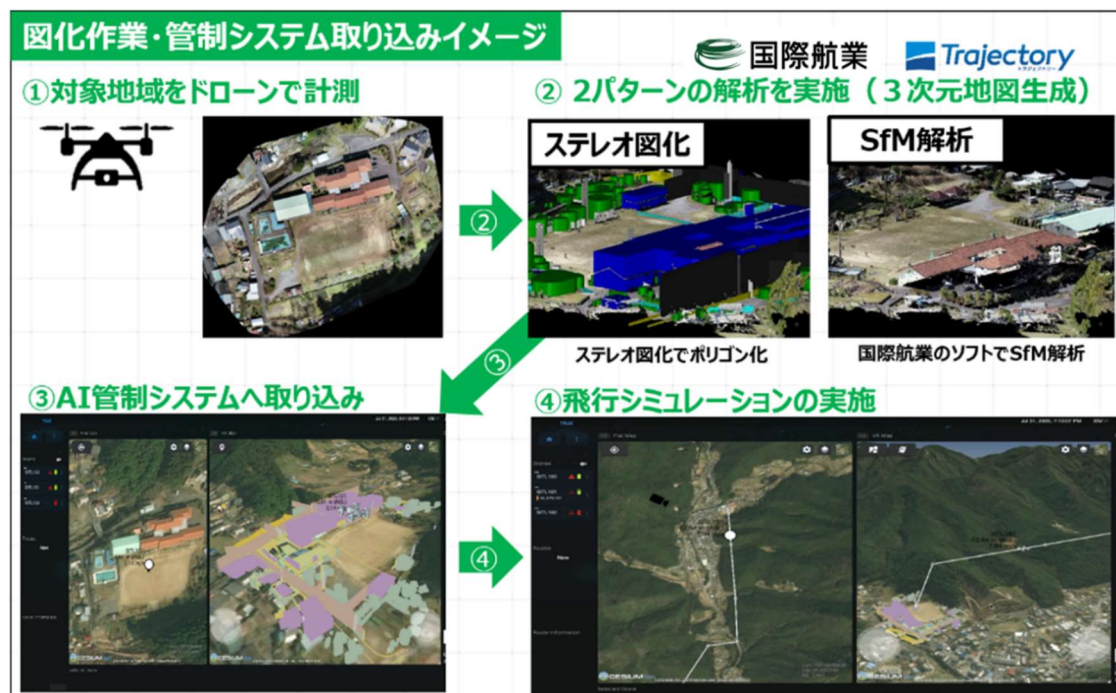


図 4-11 3次元点群データ（静的地物）を用いたUAVの航行経路の設定

<出典>国際航業株式会社：愛知県豊川市、新城市、トラジェクトリー社と地方創生に関する包括連携協定を締結 ～ドローン・エアモビリティの安全運行実現に向けて～、
https://www.kkc.co.jp/news/release/2020/08/04_2107/ (2026年2月3日時点)

第5章 事業完了時の留意点

閉鎖区域のエリアが複数の工区に分けられる際に工区の境目等で農地基盤整備データの抜けが生じる場合には、TLS等による補測を行う必要がある。ハンディスキャナやスマートフォンアプリによる簡易な補測技術を活用することも可能であるが、検証点による補正操作がない機器の場合、位置ずれが大きくなるおそれがあるため、注意が必要である。

データの抜けを確認する方法としては、各工事で得られたオルソ画像を地図上に重ね合わせて結合する機能を有するソフトウェアを活用することで、視覚的に確認することが可能である。

3回に分けて測量した3次元点群データの結合例（LiDAR3次元測量アプリによるデータ取得）

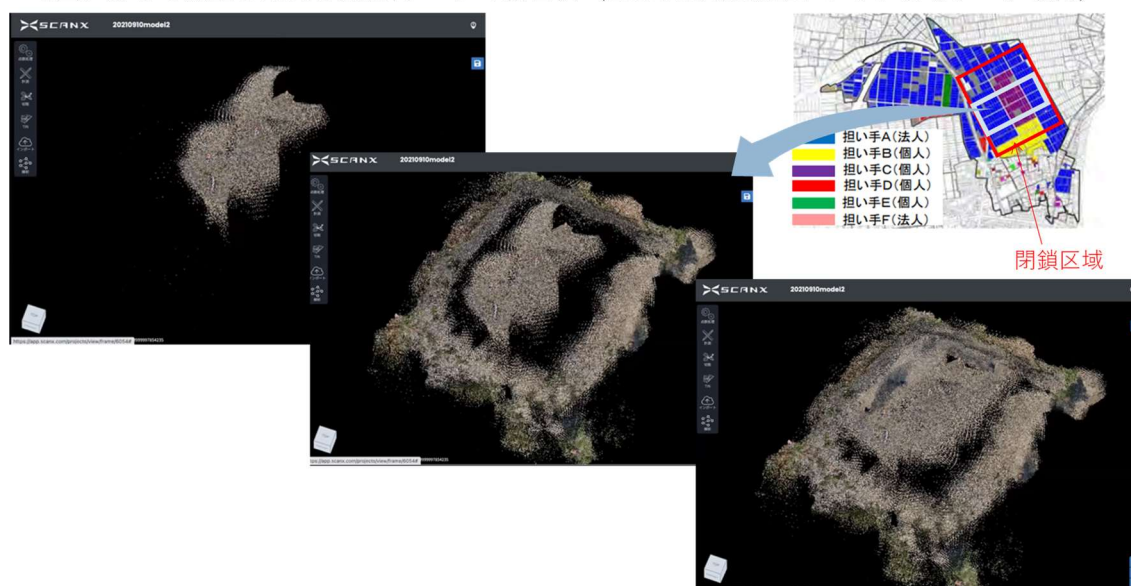


図 5-1 ハンディスキャナ及びスマホアプリによる簡易な補測技術
＜出典＞ 3次元データの結合例の写真（スキャン・エックス株式会社 提供）

参考資料

(参考1) 技術開発状況

参考1-1 自動運転の技術開発状況

1 自動走行農機（トラクタ）の走行技術

(1) 自動走行手順（有人監視下での自動運転）

通常、トラクタでは場内を作業するに当たり、トラクタ本体の長さに相当する枕地部分は往復作業ができないことから、まずはほ場の中央部を往復作業し、最後に外周（3周分程度）を走行する等して、やり残しなく作業を行っている。

上記を踏まえ、現在市販化されている「ほ場内やほ場周辺からの監視下での無人状態での自動走行」の経路設定[※]は、

- ① 手動操作では場の外周を走行し、ほ場の形状を記憶登録（2回目以降の作業時は登録不要）（ティーチング）
- ② 自動運転では場の中央部の往復作業
- ③ 自動運転で外周3周のうちの最内周の作業
- ④ 最後に手動操作で最外周2周の作業

の手順で行うのが一般的である。

※市販化されている「ほ場内やほ場周辺からの監視下での無人状態での自動走行」（有人監視下での自動運転）の自動走行農機の走行方法の一例を記載しており、メーカーにより走行方法が異なる場合があるため、留意が必要。

(2) 走行技術（有人監視下での自動運転）

「ほ場内やほ場周辺からの監視下での無人状態での自動走行」では、自己位置推定のずれが大きいと、オーバーラップ率が大きくなり非効率となる。よって、オーバーラップ率を最小とするため、誤差数cmのRTK-GNSS等を活用するGPSガイダンス機能を搭載するものが一般的である。

自動走行の経路設定には、ほ場の外周を走行し形状を記憶させる必要があり、ほ場が四角形の場合は四隅を、四角形でない場合は変化点（屈折点）を押さえている。

現在市販化されているほ場内やほ場周辺からの監視下での無人状態での自動走行トラクタは搭載センサーにて障害物の検知を行っているが、障害物が人であるか物であるかといった識別は行っていない。

2 その他の自動運転の走行技術

(1) 自動車における技術開発

自動運転システムには、自己位置推定、周辺環境認知、走行軌道生成、ヒューマンマシンインターフェイスの4つの技術が必要となる。高度な自己位置推定、周辺

環境認知のため、高精度なデジタル地図及び無線通信で得られる情報を組み合わせたダイナミックマップの開発が進められている。

<出典>菅沼直樹：自動車の自動運転システムの技術概要, 日本AEM学会誌, Vol. 25, No. 4

(2) 自己位置推定技術

自動車は主に画像センサーによる白線検知等により、自己位置の推定を行っており、高精度地図（ダイナミックマップ）及びGPSは補助として用いている。

なお、信号機及び停止線等のランドマークで自己位置を補正する技術もある。走行中にセンサーが白線を検知することで境界線の検知が可能のため、通信環境は誤差が大きい無償のGPSで十分となっている。

(3) 周辺環境認知技術

周辺環境の認知の技術はセンサー、通信技術が主となる。

ア センサー

自動運転システムで使用されるセンサーは主にミリ波レーダー、LiDAR（3Dレンジセンサ）、カメラの3種となる。これらは各々性能限界が高い項目、低い項目があり、性能限界が生じても安全性を担保するためのセンサフュージョンの技術開発が進められている。

従来LiDARが主に使用され、カメラが画像は従属的に用いる技術がメインであったが、最近の動向としてはDeep Learning技術の発展により、カメラ画像が主に使用され、LiDAR及びミリ波レーダーが従属的に用いられる開発が行われるようになってきている（SIP第1期ロボット農機高度運用WG 深尾教授資料より）。

イ 通信技術

自動運転システムには、車間通信（V2V: Vehicle-to-Vehicle）、路車間通信（V2I: Vehicle-to-roadside-Infrastructure）、スマートフォンを持った歩行者及び車の通信（V2P: Vehicle-to-Pedestrian）等の車と物との通信（V2X: Vehicle-to-everything）技術が必要となる。

平成31年2月時点では、狭域通信、C-V2X通信、4G、LTE、5Gが国際的にも多くのユースケースで取組がなされている。（「『戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期自動運転（システム及びサービスの拡張）』のうち自動運転システムにおけるV2X技術等を含む新たな通信技術の活用に関する調査」三菱総合研究所 平成31年2月より）

ダイナミックマップにはこれらの通信で得られた情報が紐づけされる。

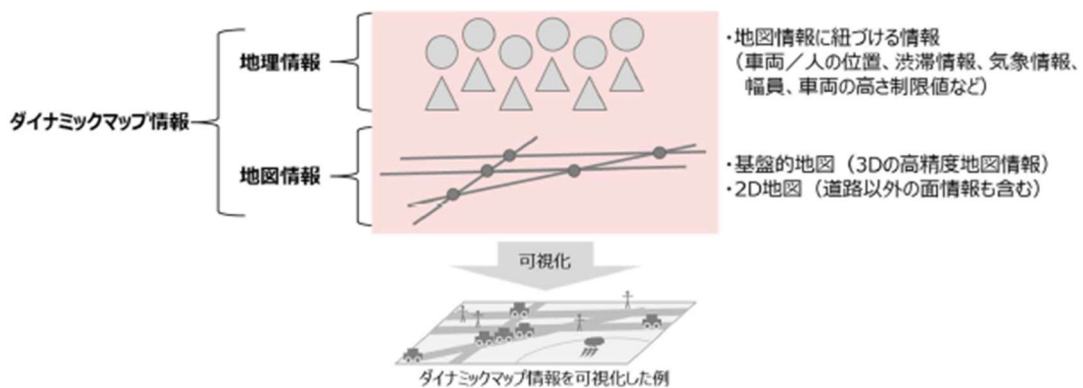
前述のように、高速道路におけるSAEのレベル4、レベル5、一般道におけるSAEのレベル3、4、5は技術開発中となる。現時点でSAEのレベル4、5における5G通信の要否は定まっていない。現在のSIPダイナミックマップ大規模実

証実験では5Gを活用しており、5Gで遠隔操縦というシナリオは描かれているが、実用上は多数の車両の遠隔監視は不可能との見方もある。ただし、リアルタイムの安全性にかかわらない情報通信においては、5G通信は有用と考えられる。

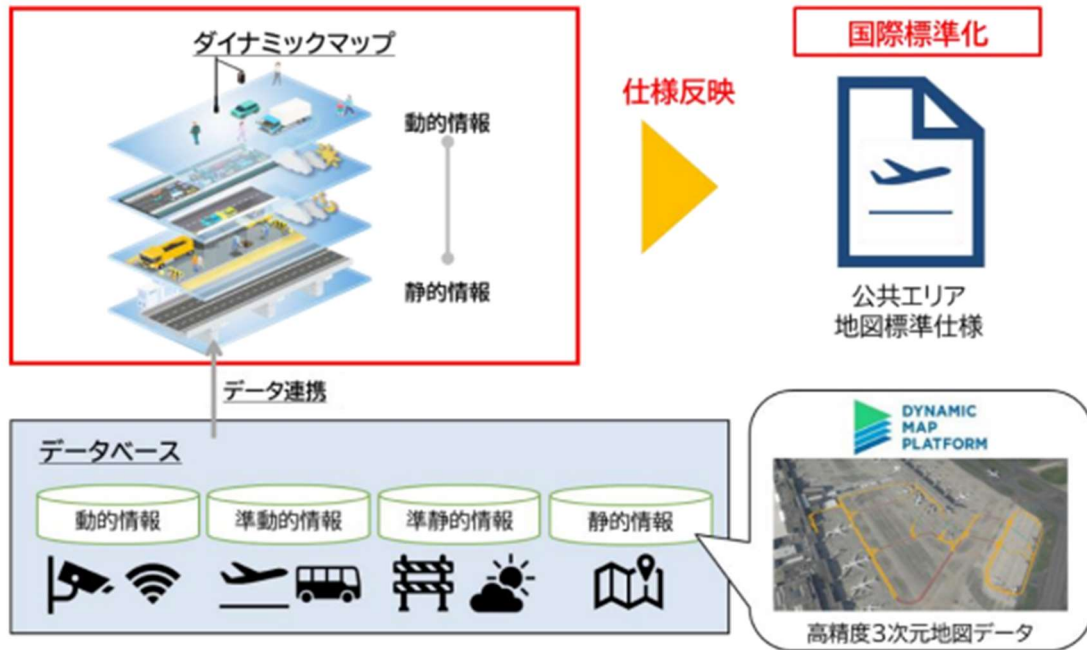
〔コラム〕 高速道路・自動車専用道路、一般道路を対象とした自動運転の実用化に向けた検討状況

高速道路・自動車専用道路、一般道路を対象とした自動運転の実用化に向け、計測機器、測量、地図、自動車等の民間各社が結集してダイナミックマップ基盤株式会社^{※1}が設立され、自動運転に利用される協調領域に該当する日本国内の高精度3次元地図（ダイナミックマップ情報）の開発・整備が進められている。ダイナミックマップ情報は、以下に示すとおり、基盤的地図（自動走行車向けの高度な3D地図）及び地図ベンダーが保有する2D地図から成る地図情報、緯度経度及び道路ID等により地図情報に紐付けられる各種情報で構成される^{※2}。ダイナミックマップ基盤株式会社は、日系自動車メーカー10社の要求に応えるようダイナミックマップ情報を集約し、単なる計測データではなく、有用な情報を小容量のデータサイズにて提供を開始している。

また、ダイナミックマップ基盤株式会社では2025年度に経済産業省の補助事業として「公道から公共エリアまでシームレスに繋ぐ自動運転社会の実現に向けたダイナミックマップの国際標準化事業」が継続採択された。空港や港湾などの公共エリアにおける地図仕様の国際標準化を進め、得られた知見を大規模工場や物流施設などの狭域エリアにも展開し、自動運転の実装促進を図っている。



<出典> 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）自動走行システム／大規模実証実験／ダイナミックマップ／ダイナミックマップサービスプラットフォームの実用化に向けた検討（R1）



<出典>ダイナミックマッププラットフォーム株式会社：経済産業省の補助事業としてダイナミックマップの国際標準化事業が採択されました，

https://www.dynamic-maps.co.jp/wp_dmp/wp-content/uploads/2025/07/9236017085d51630a85142df0a58b9be.pdf
(2026年2月3日時点)

- ※1 令和5年2月1日に社名を「ダイナミックマッププラットフォーム株式会社」に変更
- ※2 <出典>国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 自動走行システム／大規模実証実験／ダイナミックマップ／ダイナミックマップサービスプラットフォームの実用化に向けた検討 (R1) 」，第1章SPFの概要より引用

参考 1－2 ほ場間の移動を含む遠隔監視下でのロボットトラクタ等自動運転の実証状況
ほ場間の移動を含む遠隔監視下での自動運転は技術開発段階にあり、富山県富山市、北海道富良野市（共に、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期 スマートバイオ産業・農業基盤技術）、北海道岩見沢市（北海道大学、岩見沢市、NTTグループ産官学連携協定）等で実証中である。

1 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期 スマートバイオ産業・農業基盤技術 「SIPフォーラム 2022 SIP第2期『知能化農機』実演会 シンポジウム」

SIP第2期では、日本再興戦略2016（2016年6月2日 閣議決定）に掲げられた「2020年までにほ場間での移動を含む遠隔監視による無人自動走行システムを実現」について、2020年10月に富山の農業生産法人の協力のもと、実演会を開催して政策目標の達成が宣言された。

以降も、遠隔監視型ロボットシステムの社会実装化に向けて、開発改良・実証を通じてシステムの安定性の向上を図り、加えて行政・関係期間との連携を通じて技術進捗等について共有を図りながら、社会実装の基盤となる運用ルール・指針の策定支援が行われている。2022年12月に開催された「SIPフォーラム 2022 SIP第2期『知能化農機』実演会 シンポジウム」では、現状の通信技術の普及状況を踏まえ、4G、LTE下で行われた。シンポジウムの開催結果について、その概要を以下で紹介する。

<出典>SIP「スマートバイオ産業・農業基盤技術」スマートフードチェーン研究コンソーシアム：「SIPフォーラム 2022 SIP第2期『知能化農機』実演会 シンポジウム」公開動画

(1) “遠隔監視”型と“ほ場周辺監視”型ロボットトラクタによる連携作業

ユーザーインターフェースとして、クラウドベースの遠隔監視アプリケーションとロボット車両（異なるメーカ・車種）が連携し、車両の状態確認、操作が行えるシステム（遠隔監視システム）が構築されている。また、どの農機メーカーでも利用可能な「自動走行農機用デジタルマップ」の共通仕様化として、交差点、ほ場の出入り口などのエリア情報、カーブ、急勾配箇所及び一時停止位置などレーン情報など、安全な走行を実現するための情報を有するデジタルマップが開発されている。

これらの開発成果として、実演会にて“遠隔監視”型と“ほ場周辺監視”型ロボットトラクタによる連携作業”が発表された。以下にその内容を示す。

① 遠隔監視システムで周辺の安全を確認し遠隔操作によって作業を開始



② ロボットトラクタの始動、地図情報を基とした経路作成及びほ場間移動



③ 障害物検知、緊急停止



- RGBカメラ及び熱画像カメラを用いて人や障害物を検知しロボットは緊急停止する。その際、作業管理者には車両が停止されたことが通知される。

- ④ 作業監視者は遠隔監視システムでロボット周辺の安全を確認後、遠隔操作で走行再開



- ⑤ ほ場内の農作業開始位置に移動、耕うんの開始



(2) 遠隔監視システムと環境認識機能を付与した無人自動走行

車両周辺の危険範囲内の障害物検知のため、構築されてきた深層学習モデルの性能向上を目的として、農業環境用障害物データセットが構成され、モデルの学習に利用されている。また、制御システムの走行安全性を分析し、安全性を高めるためのパラメータ設定・経路設定を通じて実証等に取り組まれている。併せて、中山間地等のGNSS信号が不安定なエリアでの自動走行を想定して、環境認識やランドマーク認識を用いて自動走行を継続するアルゴリズムの開発が行われている。

これらの開発成果として、実演会にて“遠隔監視システムと環境認識機能を付与した無人自動走行”が発表された。以下にその内容を示す。

① 上方が開けた箇所での走行



- ・ 上方の開けた箇所では、遮蔽物による電波受信の際の障害が発生しにくいいため、GNSSを用いて、自己位置を推定し、走行している（道路走行時の最高速度は15 km/h）。
- ・ 走行の際は、安全確保のため、ほ場出入口や交差点手前で停止する。停止後は遠隔監視システムによる映像により、ロボット周辺の安全を確認して自動走行を再開する。

② ステレオカメラによる障害物検知



- ・ ステレオカメラにより経路上の障害物の有無を検知し、自動的に減速・停止を行う。
- ・ 遠隔監視者は画面上でロボット周囲の安全を確認したうえで走行再開する。

③ GNSS受信不可エリアでの自己位置推定





- ・ 周囲に遮蔽物がある等、G N S S 受信不可エリアでは設置した専用ポールを検知して自己位置を認識する。
- ・ ランドマークとなる専用ポールはコスト面から主に交差点や危険箇所に設置。
- ・ G N S S 不使用時にキャビン上部の作業灯を点灯させ、周囲の作業者等にも周知を行う。

④ 道路外への走行



- ・ 道路外に出る際も一時停止をして、遠隔監視による安全確認を行う。

2 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第2期 スマートバイオ産業・農業基盤技術及び福島国際研究教育機構 (F-REI) 「自動走行農機に適応した農場の設計支援ツールの開発」

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第2期において、高精度デジタルマップによる設計支援ツールを活用した自動走行農機による実証試験での活用例について紹介する。なお、現時点では福島国際研究教育機構のプロジェクトにおいて、農機 OEM (1社) と連携し、高精度デジタルマップを用いた自動走行農機の開発が行われており、今後、この取組を国内の複数の農機OEMとの連携に拡大させていくことが考えられている。以下に、設計支援ツールについて紹介する。

(1) 高精度デジタルマップ

高精度デジタルマップは、自動走行農機の制御に用いられる精密な地図データであり、農地内外の走行や作業を安全かつ効率的に行うための基盤情報である。主に「ほ場間移動用の走行路」と「ほ場」の2要素で構成され、走行路には境界線や中心線、交差点エリアなどが含まれ、ほ場には区画境界線などが含まれる。さらに、電柱やガードレール、給排水栓などの接触リスクのある地物情報も含まれており、車両の制御に必要なレーン情報 (止まれ、右左折、曲率、縦横断勾配、舗装種別、道路種別など) も付加されている。これにより、自動走行農機は交差点での減速やウィンカー操作、カーブでの速度調整などを適切に行うことが可能となる。自動走行に利用する高精度デジタルマップの役割や整備方法、自動走行農機が安全にほ場間移動を実現するために必要な農場の診断方法については参考資料を参照されたい。

<出典>松島健一：自動走行農機に適応した農場の設計支援ツールの開発, 農業食料工学会誌, 86 (6), p. 359~
363, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsamfe/86/6/86_359/_pdf/-char/ja (2026年2月3日時点)

(2) 設計支援ツールに関する新技術の開発状況

農研機構農村工学研究部門のうち基盤情報研究領域空間情報グループにて設計支援ツールに関する新技術の研究が行われている。「農業農村整備のための実用新技術成果選集 (2025年)」で掲載された新技術を以下に示す。

<出典>農研機構 農村工学研究部門 農地基盤情報研究領域空間情報グループ：ほ場間移動に対応したロボット農機用のスマート農場の設計支援ツール, 農業農村整備のための実用新技術成果選集 (2025年), <https://www.naro.go.jp/org/nire/jituyo/all/pdf/01-01-03.pdf> (2026年2月3日時点)

ほ場間移動に対応したロボット農機用の スマート農場の設計支援ツール

研究のポイント

- ロボット農機が安全に作業できる農場を構築するため、実際の農場を再現したサイバー空間上で、ほ場間移動に支障のある走行路の箇所を自動検出し、ロボット農機が無人走行する際に必要なデジタルマップを自動生成するツールを開発しました。ユーザーは利用するロボット農機に応じて安全な走行路の設計とマップを簡便に作成することができます。

ツールの概要

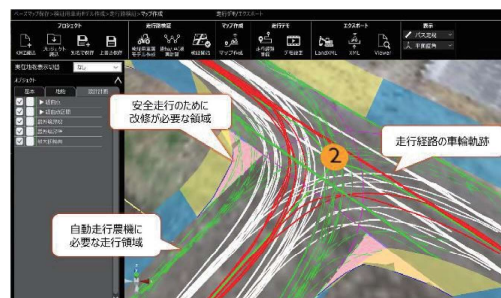
- 本ツールには、走行シミュレーションによって走行路の支障箇所を自動的に検出する機能と、デジタルマップを自動的に生成する機能を有しています。
- サイバー空間上に高精度3次元メッシュデータを読み込み、走行路エリアの境界線などを作図します。これらの情報からロボット農機の走行に必要な情報(走行路中心線や交差点)を自動的に得ることができます(図1)。
- 次に、ユーザーは利用したい自動走行農機、装着する作業機を選択します。これらの農機を対象に、サイバー空間上で走行シミュレーションを実施します。その際に、コンピューターによって走行路の支障箇所を自動的に抽出し、その箇所を画面上で詳しく確認することができます(図2)。
- また、ロボット農機が無人でほ場間移動する際に、高解像度デジタルマップ(FarmMap)を利用しますが、本ツールでは、同デジタルマップを出力することも可能です。FarmMapは、農地環境特有の走行環境を考慮して、車両が安全に走行するための地図情報を有しています。また、特定の車両やメーカーに限定されないよう共通仕様を指向しています。



図1 高精度3次元メッシュデータと図化情報



(a) 自動走行農機の走行シミュレーション



(b) 走行路の軌跡や支障箇所の可視化

図2 スマート農場の設計支援ツール



農村工学研究部門 農地基礎情報研究領域
空間情報グループ

(参考資料) 農地基礎デジタルプラットフォームの概要

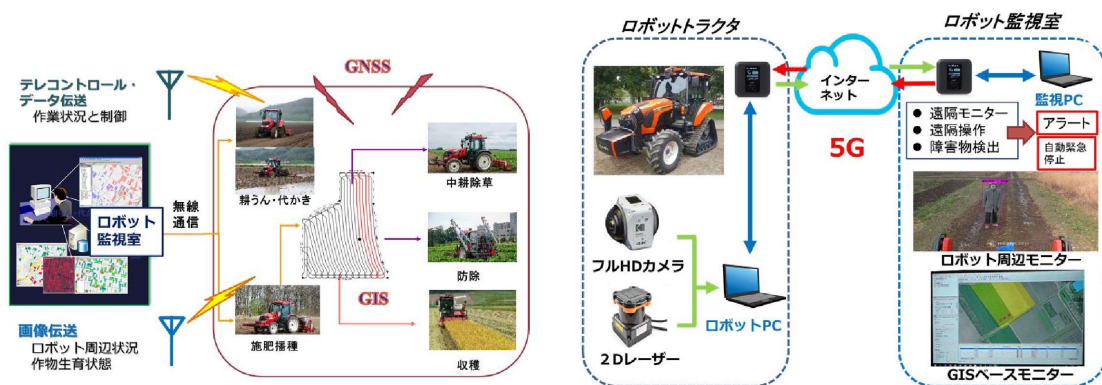
3 自動トラクタ等の農機の遠隔監視制御による自動運転等の実現（北海道岩見沢市）

ローカル5G等の無線通信システムを用いた「遠隔監視下での無人状態での自動走行」による農機作業を実現するとともに、映像情報を含むビッグデータの分析に基づく「農作業の最適な作業時期提示」を実現することを目的としている。

コンソーシアムメンバーとしては、北海道大学及びNTTを中心に農機メーカーや地域の法人等が参画しており、実証課題は以下のとおり。

- ① 自動トラクタ等の遠隔監視下での無人自動走行（複数台の同時走行、ほ場間の公道走行等）
- ② 各種センサーから取得される生育データ等のビッグデータ 収集・解析（最適な農業計画策定等）
- ③ 複数の既存インフラと組み合わせたネットワーク利活用（各種センサーやカメラ等を用いた排水路監視等）

本実証における遠隔監視によるロボット作業システムは基本的に地域内で複数のロボットに同時作業させるシステムで、ロボット管制室にいる1人のオペレーターが離れた複数の畑で作業しているロボットを管理できるものであり、テレコントロール・データ伝送（ロボットの作業データを伝送する機能と管制室からロボットを制御する機能を担う通信系）及びロボット周辺の画像伝送の通信において、ローカル5Gを構築することで対応する。

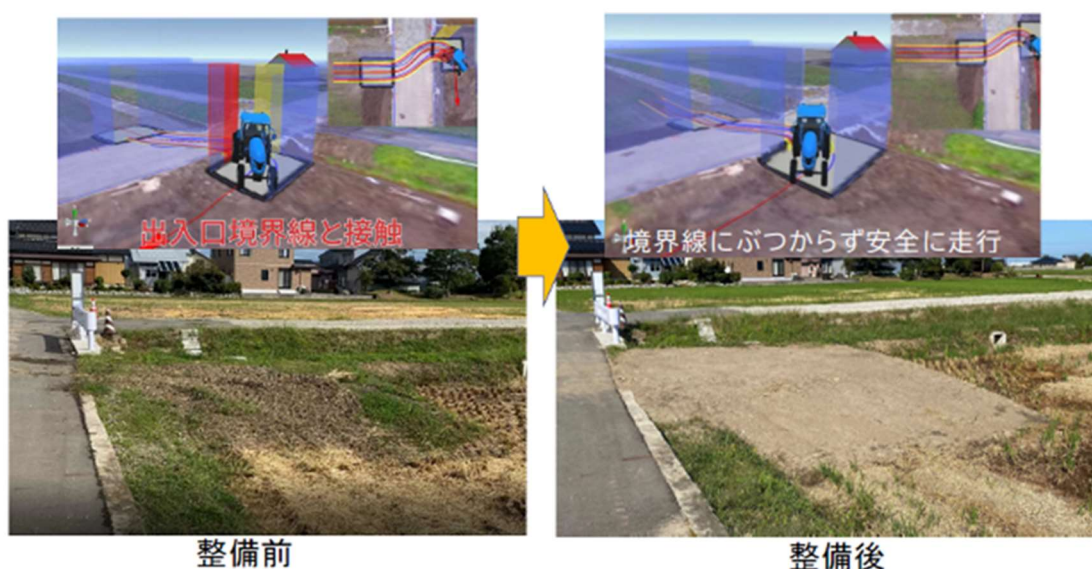


<出典>野口 伸：農作業の自動化・最適化によるスマート農業社会の実現に向けた ICT（情報通信技術）の活用に関する研究，

<https://www.agr.hokudai.ac.jp/project/smartagr>（2026年2月3日時点）

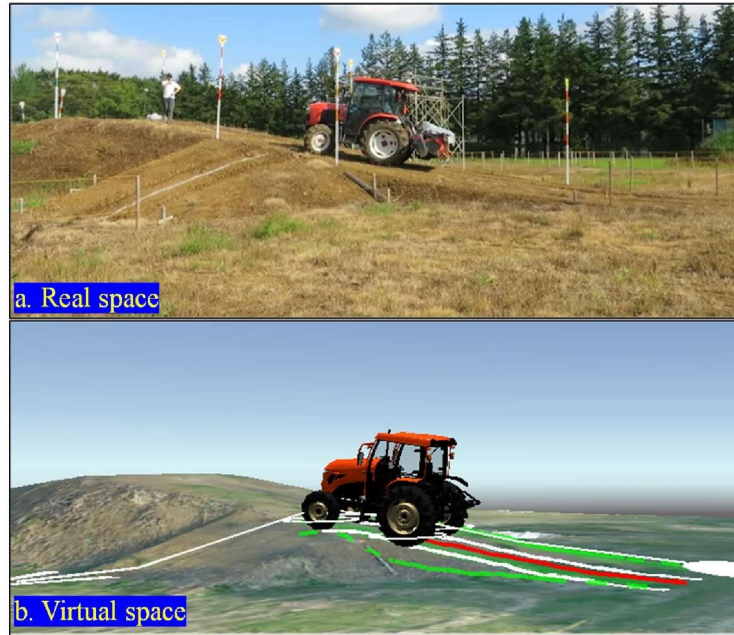
参考1-3 設計段階における走行シミュレーションの活用

地形条件、隣接及び対面するほ場との位置関係から、進入路におけるロボットトラクタ等の出入りに注意を必要とする箇所については、設計段階における3次元モデル上でのシミュレーションによる検討が有効である。農場設計支援ツールを利用した走行シミュレーションは、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「スマートバイオ産業・農業基盤技術」により実施されている。また、中山間地域などで見られる急勾配な走行路に着目し、農道からほ場出入り口へ進入する際の車両の姿勢角の変化に関して、実機による走行試験及び仮想空間を利用した走行試験を実施し、それぞれの車両の姿勢角を比較し、シミュレーションの再現性が検証されているように研究が進展している。また、ロボットトラクタ等を活用する営農者にも走行シミュレーションの検討結果を共有することによって、地元説明の円滑化が期待される。



(参考資料) 3次元モデル上でのシミュレーションを進入路整備に活用した事例

<出典>戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期 スマートバイオ産業・農業基盤技術：3次元モデル上でのシミュレーションを進入路整備に活用した事例（富山県富山市）



(参考資料) 実空間及び仮想空間に構築した試験フィールド

<出典>篠原健吾, 松島健一, 趙元在 : ほ場出入り口への進進行動におけるロボット農機の姿勢角のシミュレーション ~仮想空間を利用した走行路の危険箇所の抽出に向けて~, 2023年度 (第72回) 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, [1-6], 11, <https://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/jsidre/search/PDFs//23/1-6.pdf> (2026年2月3日時点)

(参考2) デジタルプラットフォームの構想

情報化施工技術活用工事等によって取得した農地基盤の3次元位置情報等を施工後の維持管理及び営農に利用するには、将来的にクラウド上にデータを共有するための共通基盤（プラットフォーム）の検討も必要である。プラットフォームの取組事例を記載する。

参考2-1 農地基盤デジタルプラットフォームの構想

現在、（国研）農研機構農村工学研究部門において農地基盤デジタルプラットフォームの研究が進められている。

プラットフォームの特徴として、データを安全かつ適切に共有するため、①ユーザーのID やアクセス管理ができる認証機能、②ユーザーの属性に応じて適切なデータの管理、編集、閲覧ができる権限管理機能、③ファイル管理機能、④GISによるビューア機能を有する。また、GIS上で閲覧するビューア機能ではLAS、GeoJSON、J-LandXML、shpファイル等のファイル形式が対応する。さらに、データ利活用を促進するため、農地管理や暗渠施工管理、法面管理及び施設管理に特化したアプリを別途構築した。また、水土里情報システムや農業データ連携基盤WAGRIとのAPI連携を構築し、システム間におけるデータ連携が可能となった。期待される活用例としては、ビューア機能では点群データの時点間での標高比較が可能であり、整備前後の差分による盛土・切土マップ作成や、土砂災害前後の差分による被害状況の迅速な把握が図れる。また、土地改良区が管理する水土里情報システムと農業データ連携基盤WAGRIのデータを得ることができる。各システム上で管理する筆ポリゴンのレイヤ表示や差分表示ができ、農地区画情報の迅速な把握や更新作業の省力化ができる。また、区画面積の色分け（ヒートマップ表示）や農地率の算出も可能。



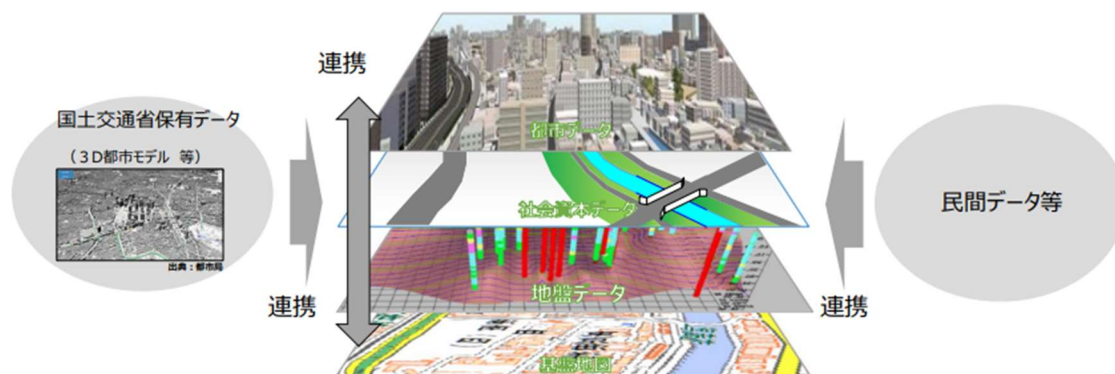
(参考資料) 農地基盤デジタルプラットフォームの概要

<出典>農研機構 農村工学研究部門 農地基盤情報研究領域 農地整備グループ：農業農村整備におけるデータ利活用を促進する農地基盤デジタルプラットフォーム，農業農村整備のための実用新技術成果選集（2025年），

参考2-2 国土交通データプラットフォーム

国土交通省では、国土に関するデータ、経済活動、自然現象に関するデータを連携させ、分野を跨いだデータ検索・取得を可能とすることで業務の効率化やスマートシティ等の施策の高度化、産学官連携によるイノベーション創出等を実現するためのデータ連携基盤として「国土交通データプラットフォーム」の構築を進めている。

令和2年4月の公開以降、連携データの拡充や地図上での表示・検索・ダウンロード機能の改良、API機能の追加等を実施しており、連携基盤としての強化を図っている。令和6年9月には戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第3期課題「スマートインフラマネジメントシステムの構築」と連携した社会実験を開始し、今後も、データ連携や機能の充実等により、現実空間の事象をサイバー空間に再現するデジタルツインの実現に向けた取組が進められている。



(参考資料) 国土交通省 国土交通データプラットフォームの概要

<出典>国土交通省：報道発表資料,

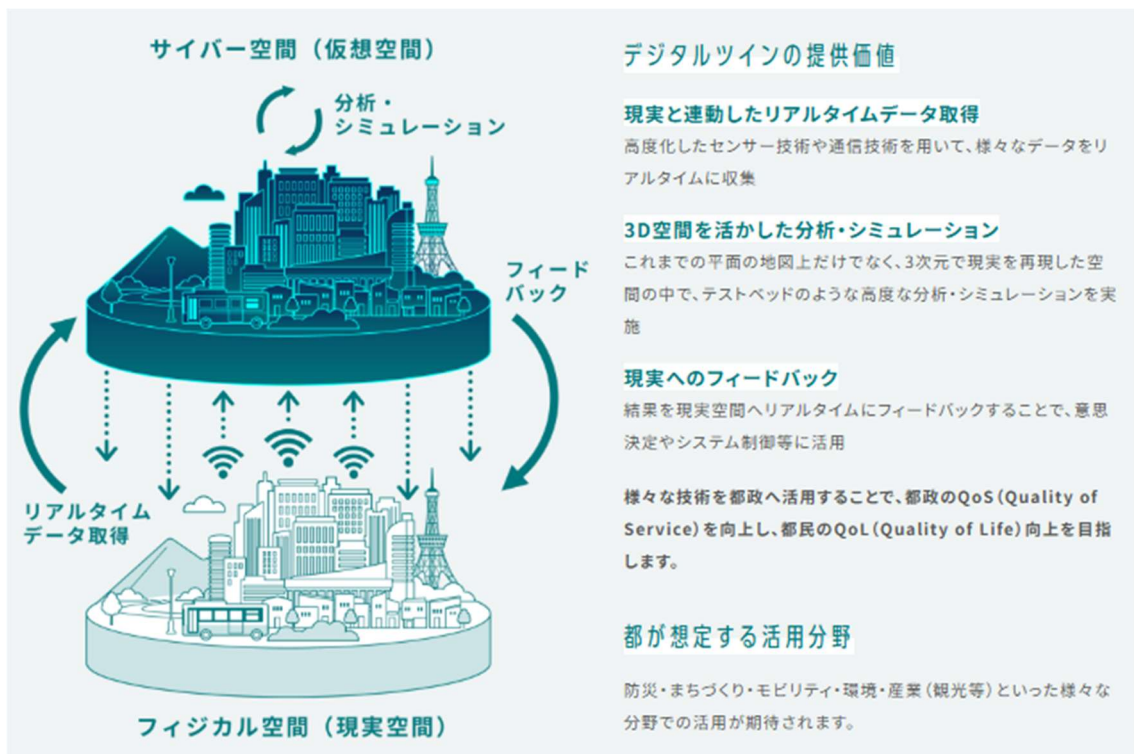
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001878713.pdf> (2026年2月3日時点)

<出典>国土交通省：国土交通白書 2025, p. 311,

<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r06/hakusho/r07/pdf/kokudo.pdf> (2026年2月3日時点)

参考2-3 東京都 デジタルツイン実現プロジェクト

東京都が主導する都のデジタルツイン事業では3D都市モデルの他、点群データの整備を進めている。市内の日常業務や市外のような活動でデジタルツインの活用を促進するため、市内外の地理空間データを集約し、横断的にデータを提供・可視化するための「デジタルツインデータ連携基盤」を構築・運用を目指す。また、民間事業者が東京都内に持つ地理空間データの連携によって、都事業における活用可能性やユースケース創出の検討を促進する。



(参考資料) 東京都 デジタルツイン実現プロジェクトの概要

<出典>東京都：東京都 デジタルツイン実現プロジェクト， <https://info.tokyo-digitaltwin.metro.tokyo.lg.jp/> (2026年2月3日時点)

参考2-4 VIRTUAL SHIZUOKA

「VIRTUAL SHIZUOKA」は、静岡県が推進する先進的なプロジェクトであり、県全域を実寸大の3D空間として再現することを目的としている。レーザースキャナー等による広範囲の測量を通じて取得された「3次元点群データ」は、オープンデータとして一般に公開されており、誰でも自由に利用可能である。このデータは、災害対策のシミュレーション、インフラの維持管理、自動運転技術の検証、観光・エンターテインメント分野での活用、さらには地域の記憶を保存するデジタルアーカイブなど、多岐にわたる分野での応用が期待されている。

さらに本プロジェクトは、東京都が進める「デジタルツイン実現プロジェクト」との共同運用が行われており、広域的な都市・地域連携の基盤としても注目されている。両自治体の連携により、都市部と地方の空間情報を統合的に扱うことで、災害対応や都市計画、交通・物流の最適化など、より高度な社会課題の解決に資するシミュレーション環境の構築が可能となっている。



(参考資料) VIRTUAL SHIZUOKAの概要

<出典>静岡県交通基盤部政策管理局建設政策課未来まちづくり室：3次元点群データを活用した未来のまちづくり～VIRTUAL SHIZUOKA構想～、

https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/052/183/jireishu8.pdf (2026年2月3日時点)

(参考3) 実証で生じている現在の技術的課題とその対応

「参考1-2 ほ場間の移動を含む遠隔監視下でのロボットトラクタ等自動運転の実証状況」で示した実証で実際に生じている技術的課題とその対策案を記載する。

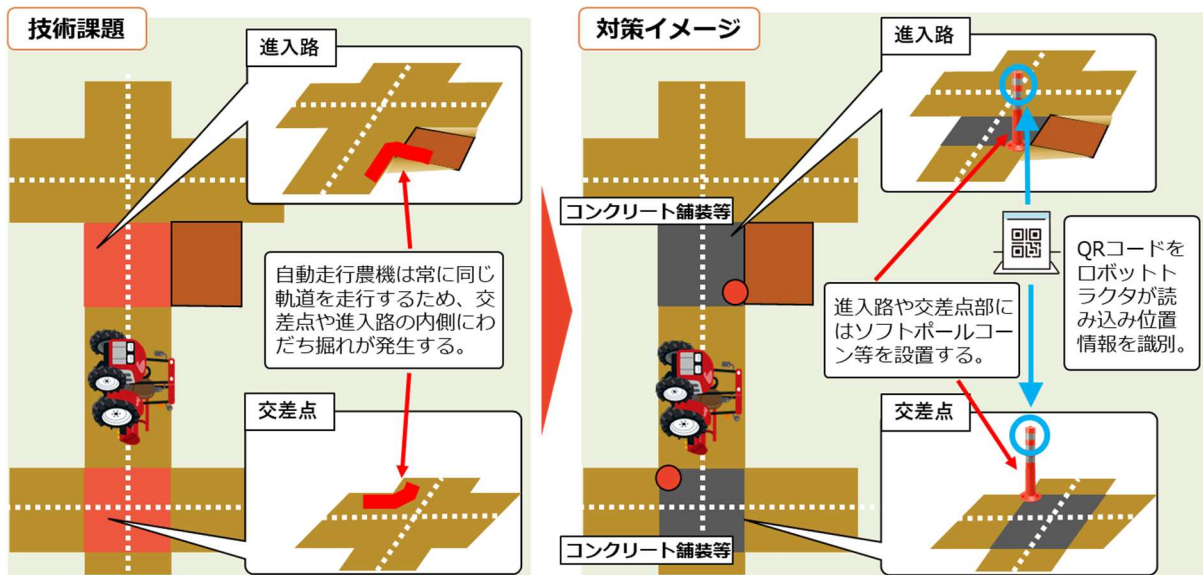
参考3-1 ロボットトラクタによる交差点、進入路等の走行

ロボットトラクタの走行において、GNSSからの信号情報のみによる制御では、交差点や進入路等、センサーでの自動走行が困難な箇所での走行について、安全性が十分に確保されていない場合が想定される。信号情報が届かない箇所での走行安全性を確保するためには、農機用地図データとSLAMやマーカーなどを組み合わせた機械による対応の他、基盤側においても以下の技術課題に対応する必要があるものと想定される。

ロボットトラクタは、設定された走行経路に基づき、同じ軌道を走行する。そのため、実証では、交差点や進入路が土砂系舗装の場合、^{わだち}轍掘れの発生が確認されており、この対策として、コンクリート等による舗装が有効と考えられる。

また、GNSSの信号情報の安定性等を考慮した場合、現場でセンサーなどにより把握できる既知点を与えることが有用であり、コンクリート舗装等と合わせてソフトポールコーンを設置するなどが有効と考えられる。

さらに、ソフトポールコーンを設置する際に現場の位置情報、作物及び作業に関する情報を持ったQRコードを作成しておくことで、ロボットトラクタがQRコードを読み取り、これらの情報を取得し走行に活用することも考えられる。



(参考資料) ロボットトラクタによる交差点、進入路等の走行の技術課題と対策イメージ

<出典>田崎豪：Autowareではじめる自立移動技術入門，森北出版，(2021)，本文と図を一部抜粋し加工

参考3-2 農道上の支障物の位置の把握

実証では、雑草により、ほ場の境界部や支障物、道路の陥没等の検知が困難になるといった課題が確認されている。

現在、ロボットトラクタの直進走行では、ミリ波レーダー、LiDAR（3Dレンジセンサ）、カメラ等のセンサーに基づく支障物確認が行われているため、走行経路に支障物が存在する場合やほ場境界部については、これらのセンサーで把握可能となるような整備が有効である。

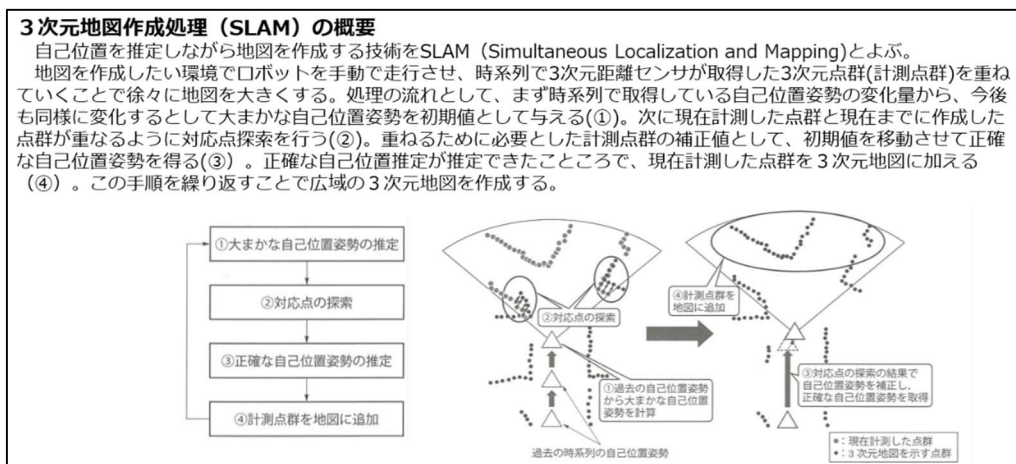
整備の一例として、ソフトポールコーン等の目印の設置や、張りコンクリートによる支障物周辺の防除等が挙げられる。その他、農機用地図データに農道上に存在する支障物をあらかじめ登録しておくことで、支障物を回避した走行が可能となる。

参考3-3 森林・防風林等の遮蔽物の影響における補完技術

一般に森林・防風林等の遮蔽物がある場合、衛星から送信された信号が反射、回折し、自己位置の推定が困難となる。「第3章 第7 補完代替設備の検討」で示したとおり、実証では反射材のポールを立てて位置補正を図っている。参考資料では、その他の技術として3次元地図作成処理（SLAM）を活用した自己位置推定手法と2センチメートル級測位補強サービス（CLAS）を解説する。

1 3次元地図作成処理(SLAM)を活用した自己位置推定方法

中山間地でGNSSが受信できないエリアでは、座標情報とSLAM（Visual slam, LiDAR slam等）を組み合わせる位置を推定する手法が有効である。ただし、GNSSによる位置補正から画像認識等による自己位置補正に切り替わることで進行方向の蓄積誤差から地図データとの誤差が発生する可能性がある。また、現在、主要とされているSLAMの技術は、比較的、環境の変化が小さい市街地を対象としたものであり、環境の変化が大きい農地には適さないおそれがある。そのため、農地に適用する際には、上記の課題を解決する必要がある、今後の技術開発動向を注視する必要がある。



(参考資料) 3次元地図作成処理（SLAM）の概要

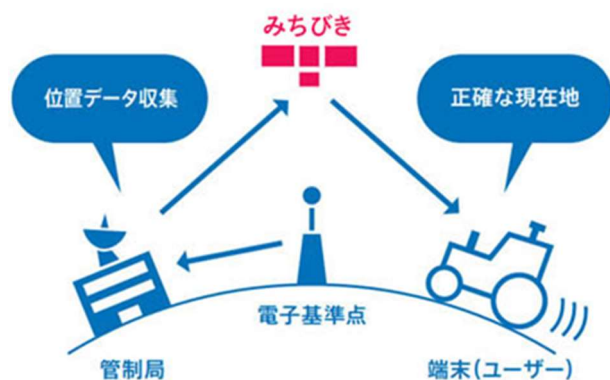
<出典>田崎豪：Autowareではじめる自立移動技術入門，森北出版，（2021），本文と図を一部抜粋し加工

2 センチメートル級測位補強サービス(CLAS)の概要

センチメートル級測位補強サービス（CLAS）は、高精度な衛星測位を行うため、国土交通省国土地理院が全国に整備している電子基準点のデータを利用して電子基準点を用いて補正情報を計算し、現在位置を正確に求めるための情報（センチメートル級測位補強情報）をみちびきから送信するサービスであり、中山間地域においても精度の高い位置情報を提供可能である。ただし、現在はサービス提供社が少なく、今後の技術普及状況を注視する必要がある。

センチメートル級測位補強サービス(CLAS) の概要

- 高精度な衛星測位を行うため、国土交通省国土地理院が全国に整備している電子基準点のデータを利用して電子基準点を用いて補正情報を計算し、現在位置を正確に求めるための情報（センチメートル級測位補強情報）をみちびきから送信します。センチメートル級測位補強を送信するL6D信号は、GPSから配信している信号ではないため、専用の受信機が必要になります。
- このサービスは、測量、情報化施工、IT農業での利用を想定しており、L6D信号を受信することができる端末で利用することができます。また、搬送波測位という測量技術による手法を用いるため、アンテナや受信機のサイズは大きくなることから、モバイル機器ではなく、測量機材としての利用や車載での利用を想定しています。
- センチメートル級測位補強では、測量の技術を使用することにより、誤差数cmで測位を行うことが可能となります。現地測量に利用する場合には、3～4級の基準点測量や写真測量の標定点測量への利用を検討しています。
- カメラやレーザーキャナと同時に受信機を車載で利用する三次元計測システムで利用することが考えられます。地上において高精度に位置や画像の情報を取得することにより、正確な地図を迅速に作成できるようになることが期待されます。
- なお、衛星を経由するため、補強情報を作成してから送信するまでの間には十数秒のタイムラグがあるため、急な電離層擾乱などの際には、補正が間に合わずに測位結果が乱れる可能性があります。このため、車載で利用する場合には、工事現場や農場のような限られた領域内での利用、又は三次元計測のように後処理による利用を想定しており、公道における運転に利用する場合には、他のセンサーと組み合わせ、補助的な扱いになると考えています。



(参考資料) センチメートル級測位補強サービス (CLAS) の概要

<出典>内閣府：センチメートル級測位補強サービス，みちびき（準天頂衛星システム），
https://qzss.go.jp/overview/services/sv06_clas.html（2026年2月3日時点）

中山間地域でのCLASの導入に関しては、現在、北海道大学や京都大学等で研究・実証が行われており、CLASを導入することにより、複雑な起伏を含む地形や防風林・雑木林などマルチパスが起りやすい環境やネットワークが脆弱な環境においても高い精度が得られ、RTK測位と比べても精度低下がみられないことが分かっている。また、CLASに対応した受信機や農機も開発されてきており、今後の技術開発動向を注視する必要がある。

(参考4) その他参考資料

本ガイドラインの他、農機の自動走行に関する資料として以下がある。

参考4-1 自動走行農機等に対応した農地基盤整備の手引き

水田のほ場整備計画を作成するに当たって、自動走行農機等の導入・利用に対応するための基本的な考え方や留意点を整理する。土地改良事業計画設計基準 計画「ほ場整備（水田）」基準書・技術書を補足する技術資料に位置付けられる。

対象とする先端技術は、自動化技術の開発が著しいトラクタ、田植機、コンバインのほか、営農の効率化に資する自走式草刈り機及び自動給水栓を中心に現在開発中の新技術についても参考情報として盛り込むこととされている。また、対象とする農業機械の自動化レベルは、「使用者が搭乗した状態での自動化」及び「ほ場内やほ場周辺からの監視下での無人状態での自動走行」とされている。

自動走行農機等に対応した農地整備の手引き（自動化レベル、整備後のイメージ）

○ 農業機械の自動化レベルは、手動操作から遠隔監視・操作まで定義されている。本手引きは、主に目視可能な場所からの監視による自動走行を対象としつつ、遠隔監視による自動走行（ほ場間移動を含むレベル）の将来的な導入にも配慮した農地整備の在り方を検討

・農業機械の安全性確保の自動化レベル

手動操作

- 従来の農機（リモコン操作を含む）
- 使用者が、走行・作業など全ての操作を実施



使用者が搭乗した状態での自動操作

- 農機は、走行・作業にかかる操作の一部を自動化
- 使用者は農機に搭乗し、自動化されていない操作を実施



使用者が搭乗しない状態で目視可能な場所からの監視による自動走行

- 農機は、使用者が搭乗しない状態で、自動走行・作業（発進・停止、ハンドル操作、作業機制御を自動化）
- 使用者は、目視可能な場所から農機と周辺の監視（モニター等による一時的な遠隔監視を含む）、危険の判断、非常時の操作を実施
- 接近検知による自動停止装置等により、リスクを低減。（具体的な装置等は製造者が使用環境やリスクアセスメントに基づき選定）



遠隔監視による自動走行（研究開発中）

- 農機は、使用者が搭乗しない状態で、自動走行・作業、危険の判断、非常時の自動停止等を実施
- 使用者は、遠隔地から農機をモニター等により遠隔監視し、非常時の遠隔操作を実施



ほ場間移動における自動走行（研究開発中）

- 農機は、使用者が搭乗しない状態で、自動走行によりほ場間を移動
- 使用者は、農機とほ場・ほ場間道路の周辺を監視（遠隔地からのモニター等による遠隔監視を含む）



・農地整備後のイメージ



(参考資料) 自動走行農機等に対応した農地基盤整備の手引き

<出典> 農林水産省農村振興局整備部農地資源課：自動走行農機等に対応した農地整備の手引き（R5.3），

<https://www.maff.go.jp/j/nousin/noukan/tyotei/kizyun/attach/tebiki.html>（2026年2月3日時点）

- 89 -

参考4-2 農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン

ロボット技術を組み込んで自動的に走行又は作業を行う車両系の農業機械（以下「ロボット農機」という。）の安全性を確保することを目的として、リスクアセスメントの実施など安全性確保の原則、関係者の役割等についての指針を示す。

本ガイドラインは、ロボット農機に使用者が搭乗せずに無人で自動走行させる方法（使用者が、ほ場内やほ場周囲から監視する方法又は同一のほ場内で協調して作業するほかの農業機械に搭乗して監視する方法に限る。）によって、屋外ほ場等の開放系での農作業に用いる以下のロボット農機について適用し、当該ロボット農機的设计、製造、輸入、販売、設置、管理、使用及び修理の各段階を対象とする。

- ・ ロボットトラクタ（衛星測位情報を利用して自動走行するもの）
- ・ 茶園管理ロボット
- ・ ロボット田植機（衛星測位情報を利用して自動走行するもの）
- ・ ロボット草刈機（衛星測位情報を利用して自動走行するもの）
- ・ ロボット小型汎用台車（衛星測位情報を利用して自動走行するもの）
- ・ ロボットコンバイン（衛星測位情報を利用して自動走行するもの）

農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドラインの概要

概要

- ロボット技術を組み込んで自動走行・作業を行う車両系の農業機械（ロボット農機）の安全性確保を目的として、リスクアセスメントの実施など、安全性確保の基本的な考え方や関係者の役割等を定めた指針。
- 農業におけるロボット技術の導入が途上の段階であることから、新たなロボット農機の開発状況等を踏まえて必要に応じて修正する位置付け。

対象ロボット農機

- 使用者が目視可能な場所から監視しながら無人で自動走行させる方法によって、屋外農作業に用いる以下のロボット農機
- ロボットトラクタ（衛星測位情報を利用して自動走行するトラクタ）
- 茶園管理ロボット（自動走行する茶園管理用農業機械）
- ロボット田植機（衛星測位情報を利用して自動走行する田植機）
- ロボット草刈機（衛星測位情報を利用して自動走行する草刈機）
- ロボット小型汎用台車（衛星測位情報を利用して自動走行する小型汎用台車）
- ロボットコンバイン（衛星測位情報を利用して自動走行するコンバイン）

使用上の条件

- 製造者等に定められた目的、場所においてのみロボット農機を自動走行させること
- 自動走行している作業領域内に第三者が侵入しないよう、注意喚起を行うとともに、監視できる環境で使用すること
- 激しい降雨による視界不良時等、監視が難しい環境では自動走行させないこと等※

※ロボット農機特有の使用上の条件はロボット農機の種類毎に規定

関係者の主な役割・順守すべき事項

【製造者等（例：メーカー）】

- ✓ リスクアセスメントと保護方策（自動停止装置等）によってロボット農機のリスクを低減すること
- ✓ リスクが低減しない場合には、使用上の条件を見直すか、製品化を取りやめること
- ✓ 販売者等と連携し、導入主体や使用者に対して、ロボット農機の安全使用の訓練を行うこと

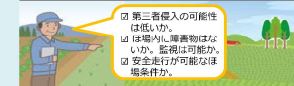
想定される危険場面の例（ロボットトラクタ）



【導入主体（例：農業法人）】

- ✓ 使用を想定しているほ場や周辺環境を確認し、危険性を把握して対策を講じること
- ✓ ロボット農機を適切に管理し、安全に使用されていることを随時確認すること

ほ場と周辺環境の確認



【使用者（例：農業法人の従業員）】

- ✓ ロボット農機の安全使用の訓練を受講し、ロボット農機を適切に使用すること
- ✓ 第三者の接近や、ロボット農機のは場外への飛び出し等の可能性が生じた場合にはロボット農機を直ちに停止させること

安全使用の訓練の受講



<出典>農林水産省：農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドラインの概要（R5.3），<https://www.maff.go.jp/j/press/nousan/gizyutu/230329.html>
（2026年2月3日時点）