

**貝塚市立ドローンフィールドの整備経緯と
その目的について
～高度利用化に向けた取組みの紹介～**

**令和4年8月
貝塚市**

本日の内容

1. 自己紹介
2. 貝塚市の概要について
3. 貝塚市立ドローンの整備経緯について
4. ドローンフィールドの高度利用化について
5. 貝塚市版U A Vレーザ測量運用手順要領の策定について

位置図

ドローン・クリケットフィールドの位置図



ドローン・クリケットフィールドホームページ



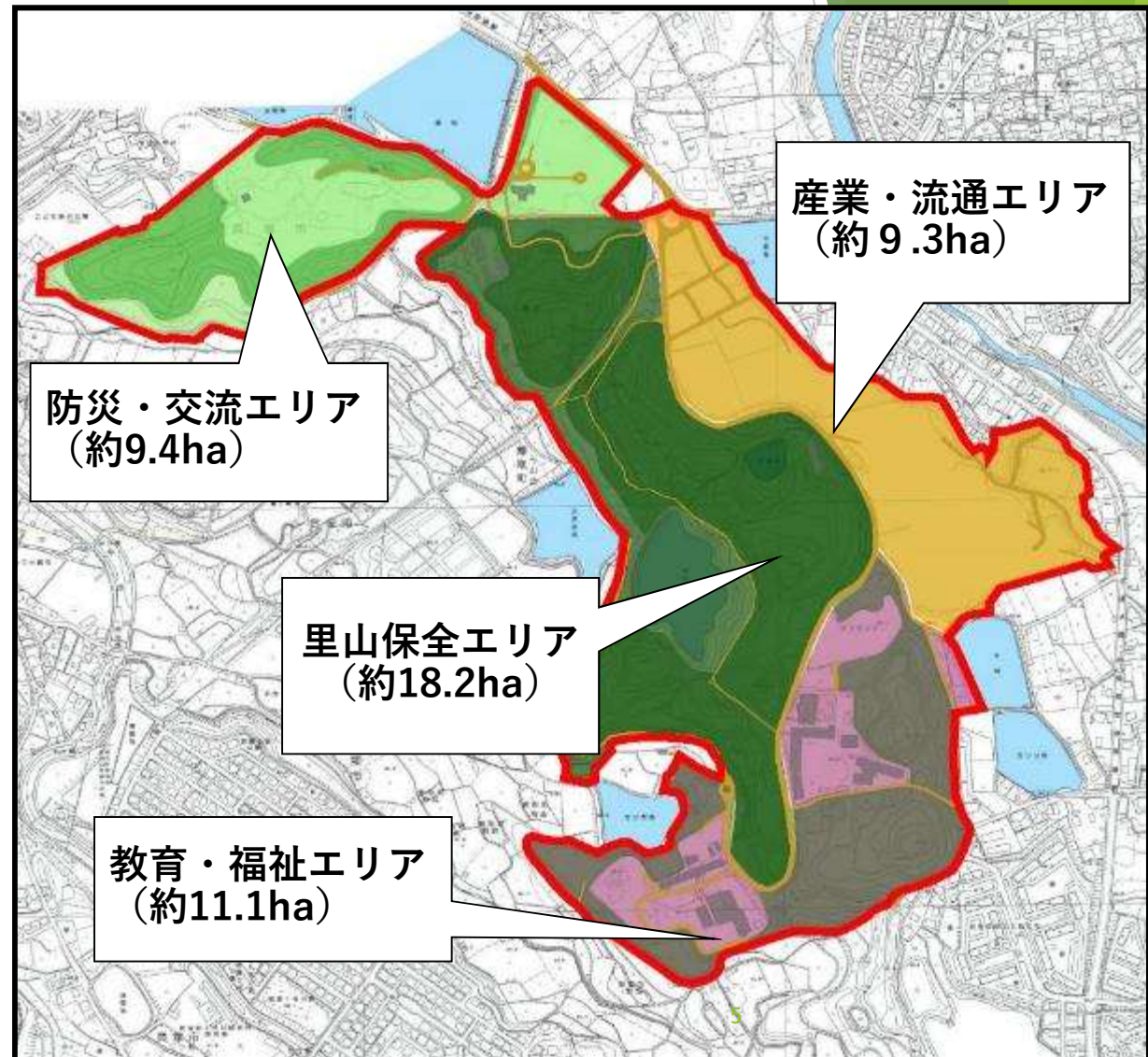
貝塚市立ドローン・クリケットフィールド整備経過

地区	面積	年	整備内容等	備考
全エリア	約37ha	H 2 3. 9	大阪市より千石荘病院跡地（公募面積37ha）を <u>3.9億</u> で購入	
		H25. 3	千石荘病院等跡地利活用構想計画の策定	
教育・福祉エリア	約8ha	H 2 8. 8	障害者就労支援施設「イタルストラン」「乗馬クラブ」「厩舎」完成	
		H 3 0. 1 1	重度障害者支援施設「厩舎」増築	
		H 2 9. 9	学校法人清風明育社と「専門職大学開学に向けた覚書」締結	R 5 年度開学予定
防災・交流エリア	約7ha	H 2 9. 3	防災広場（自衛隊による部外工事）完成	災害時利用
		H 3 0. 3	ドローンフィールド供用	平時利用
		R 2. 1 0	クリケットフィールド供用	平時利用
里山保全エリア	約13ha	H 2 9. 9	ボランティア組織「せんごくの杜～さくらの里～」と里山再生に係る協定締結	
		R 2. 3	里山交流センター完成	
産業・流通エリア	約9ha	H 3 1. 2	開発事業者（株）P A L T A C）と土地の売買契約（ <u>23.5億</u> ）	R 5 年度操業予定

せんごくの杜地区 地区計画

○千石病院等跡地利活用構想計画(H25.3)

総面積約48ha
(公簿面積約37ha)



貝塚市立ドローン・クリケットフィールド



大阪府内有数の広大な飛行エリア：全体約7ha(うち、平場約3.8ha)

施設紹介

飛行エリア(約7ha)

フィールド(グラウンド)



上空に電線など障害物がない最適空間

管理棟



休憩やドローンの充電ができる管理棟

研修施設



ドローン講座などできる研修施設

ドローンフィールド設置の契機と目的

【契機】

- ① DID区域外で上空に障害物がない。
- ② 災害時や、点検、測量などの分野で活用が進んでいる。
- ③ 注目される先端技術である。
- ④ ドローン市場の成長予測。

【目的】

ドローンその他の無人航空機の技術開発、操作技術訓練、協議会、イベント等の場として提供し、もってドローンを通じた産業の振興を図ることが目的。

貝塚市立ドローンフィールド条例の制定

貝塚市条例第 13 号

貝塚市立ドローンフィールド条例

(設置)

第 1 条 貝塚市は、ドローンその他の無人航空機（航空法（昭和 27 年法律第 231 号）第 2 条第 22 号に規定する無人航空機をいう。）の技術開発、操作技術訓練、競技会、イベント等の用に供する場を提供し、もってドローンを通じた産業の振興を図ることを目的として、ドローンフィールドを設置する。

(名称及び位置)

第 2 条 ドローンフィールドの名称及び位置は、次のとおりとする。

- (1) 名称 貝塚市立ドローンフィールド
- (2) 位置 貝塚市橋本 1517 番地

(使用の許可)

第 3 条 ドローンフィールドを使用しようとする者は、規則で定めるところにより、あらかじめ、市長の許可を受けなければならない。許可を受けた事項を変更しようとするときも、同様とする。

2 市長は、その使用が次の各号のいずれかに該当するときは、使用を許可しないものとする。

- (1) 公の秩序又は善良な風俗を乱すおそれがあると認めるとき。
- (2) 周辺の環境を乱し、又は周辺の住民に迷惑を及ぼすおそれがあると認めるとき。
- (3) 施設、附属設備その他備品等（以下「施設等」という。）を破損し、若しくは汚損し、又は滅失するおそれがあると認めるとき。
- (4) その他市長が特に必要があると認めるとき。

(許可の取消し等)

第 4 条 市長は、ドローンフィールドの使用の許可を受けた者（以下「使用者」という。）が次の各号のいずれかに該当するときは、使用の許可を取り消し、又はその使用を制限し、若しくは停止することができる。

- (1) 虚偽の申請その他不正の手段により許可を受けたとき。
- (2) この条例若しくはこの条例に基づく規則に違反し、又はこれらに基づく指示に従わないとき。
- (3) 前条第 2 項各号のいずれかに該当する事由が生じたとき。

2 前項の規定による使用許可の取消し等により、使用者に生じた損害については、市は、その賠償の責めを負わない。

(使用料)

第 5 条 使用者は、別表に定める使用料を前納しなければならない。

(使用料の減免)

第 6 条 市長は、公益上その他特別の事由があると認めるときは、使用料を減額し、又は免除することができる。

(使用料の還付)

第 7 条 既納の使用料は、還付しない。ただし、市長が特に必要があると認めるときは、その全部又は一部を還付することができる。

(使用権の譲渡等の禁止)

第 8 条 使用者は、ドローンフィールドを使用する権利を譲渡し、若しくは転貸し、又は許可を受けた目的以外に使用してはならない。

(特別の設備)

第 9 条 使用者は、ドローンフィールドに特別の設備を設けてはならない。ただし、あらかじめ市長の許可を受けたときは、この限りでない。

(原状回復の義務)

第 10 条 使用者は、前条ただし書の規定により特別の設備を設けたときは、使用后直ちにこれを原状に復さなければならない。

2 使用者が前項に規定する義務を履行しないときは、市長は、使用者に代わって執行することができる。この場合において、要した経費については、使用者から徴収するものとする。

(損害賠償)

第 11 条 使用者は、施設等を破損し、若しくは汚損し、又は滅失させたときは、市長の指示するところに従い、これを原状に復し、又はその損害を賠償しなければならない。

(委任)

第 12 条 この条例の施行に関し必要な事項は、規則で定める。

附 則

この条例は、平成 30 年 4 月 1 日から施行する。

別表（第 5 条関係）

使用区分	使用料	
	午前 9 時から午後 0 時 30 分まで	午後 0 時 30 分から午後 5 時まで
飛行エリア	15,000 円	20,000 円
研修施設	1,000 円	1,200 円

備考 この表に定める使用時間以外に使用を行う場合の使用料は、飛行エリアについては 1 時間につき 5,000 円とし、研修施設については 1 時間につき 300 円とする。

貝塚市立ドローンフィールドの高度利用化に関する覚書の締結

貝塚市立ドローンフィールドの高度利用化に関する覚書

貝塚市（以下「甲」という。）と一般社団法人ドローン測量教育研究機構（以下「乙」という。）は、貝塚市立ドローンフィールド（以下「フィールド」という。）の高度利用化のため、フィールドをドローン測量の能力検定が実施可能な場として整備、運営を行うことに関し、次の通り覚書を締結する。

第1条（目的）

本覚書は、甲と乙が相互に協力し、フィールドをドローン測量能力やドローン測量機器の検定及びそのための練習場所として利活用することで、フィールドの利用促進、ドローン測量技術の教育及び普及、ドローン測量技術能力検定の普及促進を図ることを目的とする。

第2条（施設整備）

乙は、ドローン測量能力検定が可能となる測量基準点の設置を行う。

2 設置した基準点の所有権は甲に帰属する。

第3条（施設の維持管理）

設置した基準点の補修や精度維持は乙の責にて行う。

第4条（施設の使用）

設置した基準点は、甲、乙ならびに乙の会員以外も使用できるものとする。

2 前号の場合の使用規定は乙の定める規定による。

第5条（使用料）

乙及び乙の会員が、第1条に規定する目的でフィールドを使用する場合は、使用料を半額免除する。

第6条（使用計画）

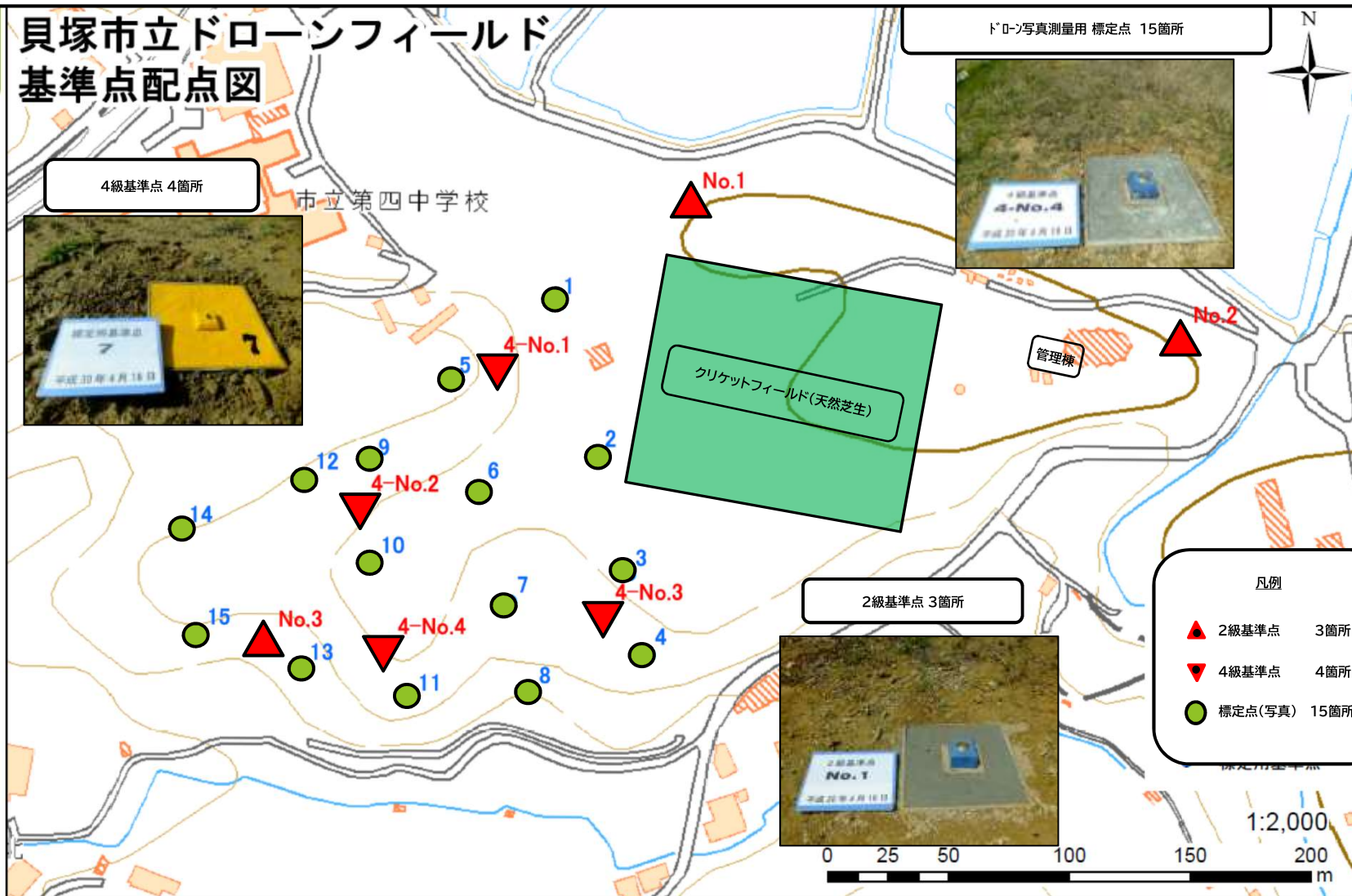
乙は、第1条の目的でフィールドを使用する場合は、毎年3月15日までに、翌年度の施設年間使用計画を甲に提出し、甲の承認を受けるものとする。

第7条（その他）

この覚書に定めのない事項については、甲乙協議の上定める。

高度利用化(ドローン測量) 公共測量基準点・ドローン写真測量用標定点

ドローンの測量分野での活用を推進するため、一般社団法人ドローン測量教育研究機構と覚書を締結し、ドローンフィールド内に国土地理院の承認を受け電子基準点を基に設置した2級・4級基準点及びその基準点を基にドローン写真測量用の標定点を整備し、**平成30年5月にオープン!**



標定用基準点:15点(50m間隔)

外周基準点&標定用基準点
配点計画図

縮尺 1/1500



高度利用化(ドローン測量) レーザ測量(1)

ドローン測量の更なる活用を推進するため、「UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)」の第28条に規定されている「UAVレーザ機材のボアサイトキャリブレーション」に必要な設備が貝塚市立ドローン・クリケットフィールド内に「**自治体では国内初**」となる「**常設**」の精度検定施設として **令和3年2月1日**にオープン！



ドローンレーザ測量とは？

森林、河川及び危険な災害現場においても現地に立ち入ることなく、短時間で地形の計測や水深データが取得できる測量技術



ボアサイトキャリブレーションとは？

GPSアンテナ位置、およびIMUの三軸(x 軸、y 軸、z 軸)とレーザースキャナの中心位置および三軸との角度差を求める作業のこと

UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案) 平成30 年3月(令和2年3月改正) 国土地理院

(UAV レーザ機材のボアサイトキャリブレーション及び精度試験)

第28条 作業機関は、UAV レーザ測量に使用する UAV レーザ機材について、機材の特性や機材で作成できるデータの品質を確認するために、ボアサイトキャリブレーション及び機材の精度試験を実施しなければならない。

(中略)

6 ボアサイトキャリブレーション及び機材の精度試験は、機材を使用する測量作業前6か月以内に実施することを標準とする。

上記マニュアルによると『ボアサイトキャリブレーション及び機材の精度試験は、機材を使用する測量作業前6か月以内に実施することを標準とする』と規定されており、**定期的なキャリブレーションが必要**です！

貝塚市立ドローンフィールドは、国土地理院の承認を受けた貝塚市公共測量成果(国地院公第16号:平成30年8月8日)2級&4級基準点に基づき、**レーザキャリブレーション用対空標識**を設置しました。さらに、この標定点は精度検証作業の重要な項目として**常設**しています。

◆UAVレーザ測量全体フロー図

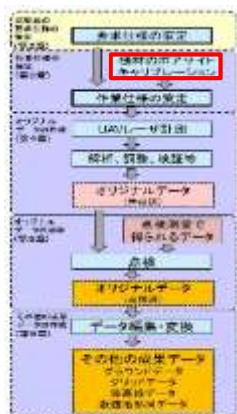
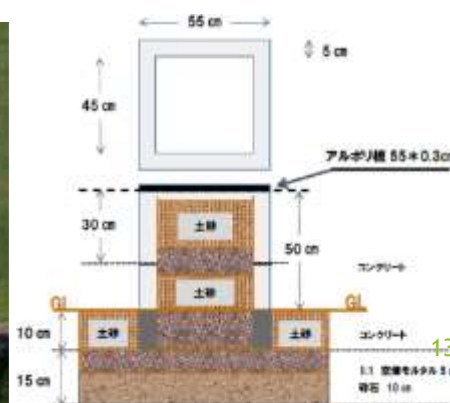


図1：本マニュアルにおける UAV レーザ測量の全体のフロー

◆検定施設 配置図



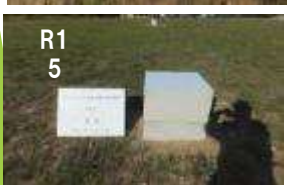
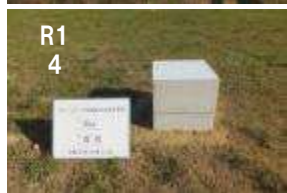
◆検定施設 構造図



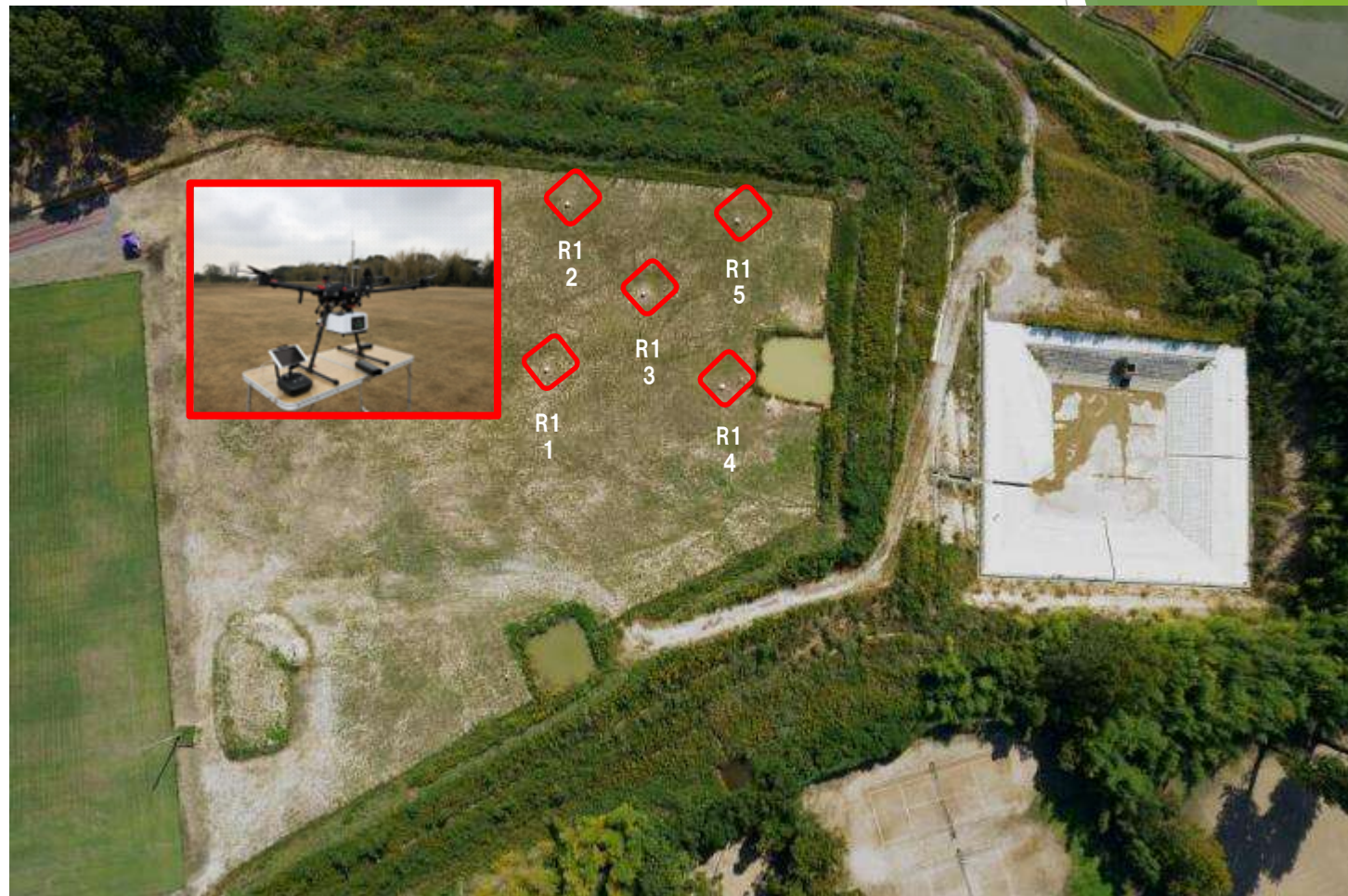
◆レーザドローン機材



レーザ基準点



貝塚市ドローンレーザ基準点



高度利用化(ドローン測量) レーザ測量(2)

◎ 貝塚市立ドローン・クリケットフィールド 「ドローンレーザ測量 計測・図化・編集」

ドローンレーザ測量による実測図



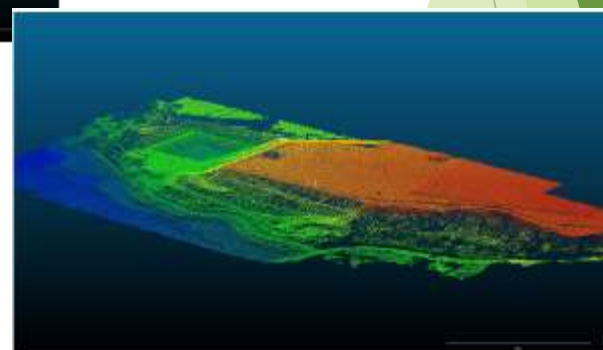
当該フィールドで実機を用いて計測・編集

樹木を編集で除去

樹木等撤去



等高線毎に高低差を色で表示



- ※ 約10分の飛行で図化編集できる
- ※ ドローンレーザ測量の特徴である・森林や池の高低差を等高線で確認できる

貝塚市版UAVレーザ測量運用手順要領(案)の策定①

貝塚市版ドローンレーザ測量運用手順要領策定協議会規約

第1章 総則

(名称)

第1条 この協議会は、貝塚市版ドローンレーザ測量運用手順要領策定協議会（以下「協議会」という。）という。

(目的)

第2条 協議会は、国土地理院発行の「UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」に基づく運用手順要領を策定し、ドローンレーザ測量の普及等に資することで、貝塚市まち・ひと・しごと総合戦略に定めているドローン・クリケットフィールドの新たな利活用の促進につなげることを目的とする。

(事業)

第3条 協議会は、前条の目的を達成するため、次の各号に掲げる事業を行う。

- (1) 貝塚市のせんごくの杜里山保全エリアにおける、トータルステーションでの測量。
 - (2) 前号の同範囲でのレーザドローンによる測量。
 - (3) 貝塚市版ドローンレーザ測量運用手順要領の策定。
 - (4) 貝塚市版ドローンレーザ測量の普及及び教育に関する事業。
 - (5) その他前条の目的を達成するために必要な事業。
- 2 協議会は、前項第1号、第2号、第3号に関する業務の一部を当該協議会以外の者に委託して実施することができる。ただし、第1号においては、市内業者で、市発注の測量の実績があり、UAVを使用している業者に限る。

第2章 会員等

(協議会の会員)

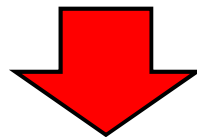
第4条 協議会の会員は、次の各号に掲げる法人、組織を代表する者およびそれらの推薦する者をもって組織する。その者を協議会の委員とする。

- (1) 一般社団法人 ドローン測量教育研究機構
- (2) 一般社団法人 大阪府測量設計業協会
- (3) 公益社団法人 日本測量協会 関西支部
- (4) 貝塚市

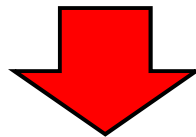
貝塚市版UAVレーザ測量運用手順要領(案)の策定背景

【背景】

- 成果物の使用目的によって手法が異なる。
- 作業する会社によっても手法が異なる。
- 国土地理院のマニュアルでは、わかりにくい箇所がある。
- 計画機関側が発注する際に、必要となる仕様の設定、記載しなければならない内容がわからない。

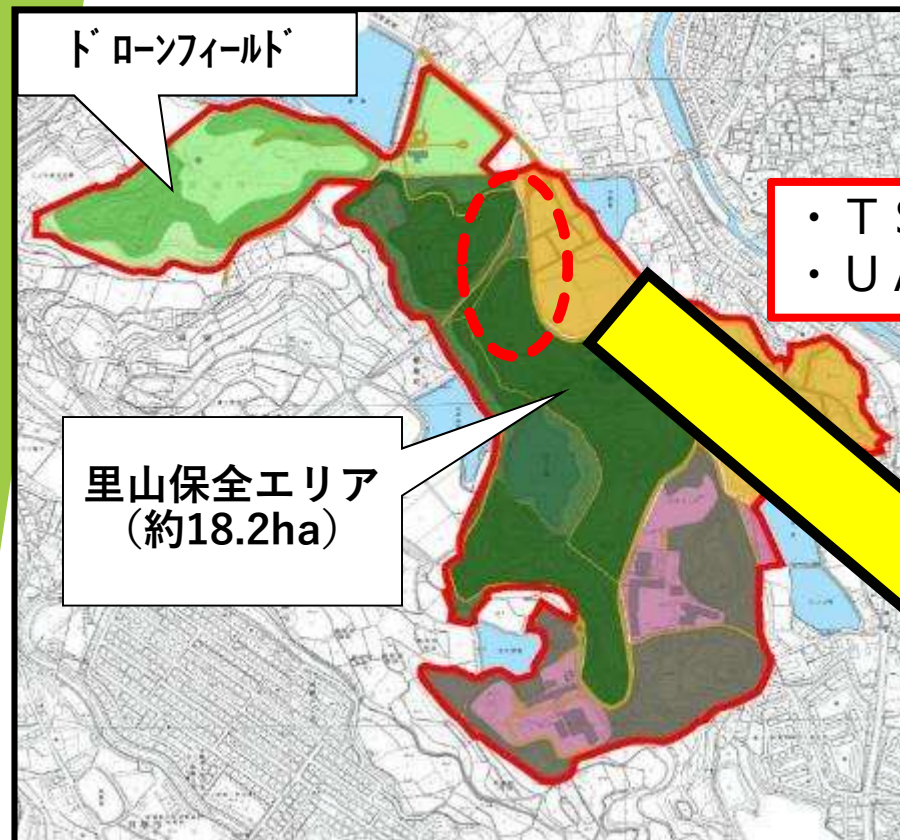


国土地理院発行の「UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」に準じて、「貝塚市版UAVレーザ測量運用手順要領（案）」を策定。



- 公共測量への利用促進
- 計画機関の発注の際に、本要領を活用できる。
- ドローン・クリケットフィールドの利用促進

貝塚市版UAVレーザ測量運用手順要領(案)の策定②



- ・TS地形測量
- ・UAVレーザ測量(2社)



検証点(GCP)設置測量の目的

GCP:検証点 配点計画図



①ドローンフィールド= UAV機器の
キャリブレーションサイト

②里山保全エリア= UAV測量の検証地区

GCP 里山交流



GCP 展望台



GCP 竹林



GCP 防火水槽



GCP 防火水槽



貝塚市版UAVレーザ測量運用手順要領(案)の策定③

貝塚市版UAVレーザ測量 運用手順要領(案)

令和4年 3月

大阪府貝塚市
貝塚市版ドローンレーザ測量運用手順要領作成協議会

目次

第1章 総 則-----	6
第1条 目的-----	6
第2条 適用範囲-----	6
第3条 公共測量の手続き-----	6
第4条 貝塚市公共測量作業規程等の準用-----	7
第5条 位置の表示-----	7
第6条 作業手順と作業計画の概要-----	8
第2章 作成する成果品の仕様(要求仕様)の策定-----	9
第7条 計画機関が作成する成果品の要求仕様書-----	9
第3章 成果品を作成する方法(作業仕様書)の策定-----	15
第8条 工程別作業区分及び順序-----	15
第9条 機器及びシステム-----	16
第10条 観測経路(飛行コース)の決定-----	16
第11条 基準点および試験用基準点の配置-----	16
第12条 UAVレーザデータ取得-----	17
第13条 UAV位置姿勢データ解析-----	17
第14条 UAV位置姿勢精度の確認-----	17
第15条 レーザデータ解析-----	17
第16条 デジタル画像処理-----	18
第17条 基準点による調整-----	18
第18条 UAVレーザデータによる数値図化-----	18
第19条 図根点の設置-----	18
第20条 数値図化データ作成-----	19
第21条 試験用基準点による精度評価-----	19
第22条 TS地形測量やレーザ点群測量による細部測量-----	19
第4章 納入成果品-----	20
第23条 成果品-----	20

貝塚市版 UAV レーザ測量運用手順要領(案)

はじめに 運用手順要領について

【背景】

本市は、2021 年 10 月から 2022 年 3 月にかけて、本市里山保全地区において、従来のトータルステーションを用いた地上での測量と、UAV レーザを用いた測量を実施し、2 種の測量データを比較することにより、測量目的による誤差の許容値を設定し、大阪府貝塚版 UAV レーザ測量運用手順書を策定しました。

UAV レーザ測量は、樹木などの障害物があっても測量ができる画期的な技術であり、国土交通省が推進する生産性革命プロジェクトの 1 つで、建設現場での測量を飛躍的に短時間に精度よくするものであります。特に災害時は復旧、復興に素早く取り組めるための基礎となる測量データが極めて短期に正確に得られる今後の活用に期待されている技術です。

現在、国土交通省・国土地理院により「UAV 搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）（令和 2 年 3 月 31 日改正）」（以下、単に「UAV レーザマニュアル」という）を作成されており、普及と活用の推進が期待されています。

一方、UAV レーザ測量では、対象地域や求める成果品の使用目的により、点群の密度や求める精度を得るための機種や機能の選定、また成果品を作成するための手法が大きく異なります。この点で現在の UAV レーザマニュアルでは、測量を実施するための基準などの数値が明記されていないなど、判断基準や具体的な作業手法は、計画機関及び作業機関にゆだねられています。

しかし、地方公共団体などの公共機関では、技術者の不足などの課題に加え、測量マニュアルに基づき実施された事例の公開もほとんどなく、新技術の情報の入手や活用が困難であるという現状があります。

また、UAV レーザマニュアルにある使用機種の精度検定についても確立された手法や実施場所がありません。このため UAV レーザ測量の活用は、特定の技術力ある機関や事業者に限られているのが現状です。

【各種測量手法の守備範囲】

本書は UAV レーザ測量に関しての手順書ですが、数値地形図作成の作業種別が該当する精度レベルと測量範囲を参考までに示しておきます。

各測量手法の精度レベルはそれぞれの作業規定準則を参考にまとめますと下表のようになります。

測量手法	精度レベル
現地測量（TS・GNSS）	250～500
地上レーザ（TLS）測量	250～500
UAV 写真測量	250～500
MMS	500～2500
航空写真測量	500～
航空レーザ測量	500～
UAV レーザ測量（本手順書）	250～2500

また、UAV レーザ測量を用いて 3 次元点群を作成し、成果として検定まで行った業務の件数は 2021 年度において全国で 80 件程度です。この業務の測量面積は 0.03～2.8 ㎩キロメートルでした。ただし、0.1 ㎩未満と 1.0 ㎩以上の面積は少なくなっている現状です。今後、UAV レーザ測量機器の進展に伴い変化していくものと思われますが、上記の要求精度と測量対象面積が UAV レーザ測量の守備範囲ということになるかと思われます。

【運用手順書の活用】

UAV レーザマニュアルを活用するための運用手順要領を作成することで、地方公共団体等の公共機関が UAV レーザ測量を発注するにあたって、計画機関が要求仕様を作成する際に、利用目的に応じた地物とその要求精度、また対象フィールドに見合った使用機器などの判断基準を示すことで、高精度で均質な測量成果を得ることが可能となることを目指すものです。

- ① 公共機関が公共測量を発注する際、要求仕様書作成に活用することで成果品の精度と仕様が明確になることから、均一に活用できる測量成果を実現する事ができます。
- ② 成果品は各業務で UAV レーザ測量により点群データ及び数値地形図データ等の基盤データを利用できる環境となる事から、今後のスマートシティを展望した基盤情報データとして活用できます。
- ③ 本市ドローンフィールドに設置済のレーザ測量試験用基準点を使用し、「UAV 搭載型レーザスキャナーを用いた公共測量マニュアル(案)」にある UAV レーザ機材の試験と評価方法の実施モデルを示します。
- ④ 測量事業者を対象とする運用手順書の展開として、研修会の開催により技術者の能力検定の実施に向けた参考手順書として活用します。
- ⑤ 実施フィールドは、里山保全地区を UAV レーザ測量の検証地区とし、機器精度検定済の UAV レーザによる測量と TS 地形測量成果（検定済）を基準とした検証が実施可能なフィールドとして活用します。

第1章 総 則

第1条 目的

この貝塚市版 UAV レーザ測量運用手順要領（以後、単に「運用手順書」という）は、貝塚市が UAV 搭載型レーザスキャナーを用いた公共測量マニュアル（案）（令和 2 年 3 月 31 日改正）（以下単に「UAV レーザマニュアル」という）に基づき、UAV レーザを用いて、公共施設の現況平面図の作成および更新作業を行うための作業方法等を定めることによって、その規格を統一するとともに、必要な精度を確保することを目的とする。

【解説】

本業務は、UAV レーザと TS を併用した地形測量であり、公共測量作業規程の準則 第 17 条を適用して実施するものである。作業に当たっては、本運用手順要領、精度が確保できることを示す検証結果として「UAV レーザ による大縮尺図化精度検証報告書」を提出する。

第2条 適用範囲

本手順書は、市街地近郊の低山間部の地形図（数値地形図データ・250 レベル／500 レベル／1000 レベル／2500 レベル）、等高線等の地形、また当該区域内又は隣接区域にある道路等の公共施設等の構造物についての測量及び地形図データ作成に適用するものとし、取得地物などの詳細は要求仕様書において定める。

第3条 公共測量の手続き

本手順書により公共測量を実施する場合は、測量法による手続を行う。

(測量法に基づく手続)

第10条 本マニュアルに基づきUAV レーザ測量を実施する場合、計画機関は、法第39条において読み替えて準用する法第14条第1項、同条第2項（実施の公示）、法第21条（永久標識及び一時標識に関する通知）及び法第26条（測量標の使用）並びに法第30条第1項（測量成果の使用）、法第36条（計画書についての助言）、法第37条（公共測量の表示等）、法第40条第1項（測量成果の提出）等の規定による手続を適切に行わなければならない。

2 本マニュアルは、作業規程の準則（平成20年国土交通省告示第413号。以下「準則」という。）第17条第3項に示す国土地理院が定めるマニュアルである。本マニュアルに基づき公共測量を実施する場合には、計画機関が作成する計画書にその旨を記載する。計画書の提出に当たっては、第4条で計画機関が作成した成果品要求仕様書及び第5条で作業機関が作成し計画機関が承認した成果品作業仕様書（キャリブレーション記録簿を含む。）を添付しなければならない。

第4条 貝塚市公共測量作業規程等の準用

このマニュアルに定めるもの以外は、貝塚市公共測量作業規程（平成14年世界測地系対応版）の関係規定を準用する。

【メモ】

本書は UAV レーザ を用いた地形測量に関するマニュアルである。ここに記載されていない事項については、UAV 搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）（令和2年3月31日改正）および貝塚市の規程等に準じる。

第5条 位置の表示

貝塚市 UAV レーザ測量作業における位置は、平成14年国土交通省告示第9号に規定する平面直角座標系の平面直角座標および測量法施行令（昭和24年政令第322号）第2条第2項に規定する日本水準原点を基準とする高さ（以下「標高」という。）により表示する。

第6条 作業手順と作業計画の概要

本運用手順書では、UAV レーザマニュアルに準じた、UAV レーザ測量を実施するための作業工程と作業手順を次のとおりとする。

1. 計画機関による要求仕様の作成
2. 作業機関による作業計画の作成
 - (ア) 機材の決定
 - (イ) 予察
 - (ウ) 飛行コース経路の決定
 - (エ) ポアサイトキャリブレーション実施
 - (オ) 基準点（試験用基準点を含む）の設置
3. オリジナルデータ（未点検）の作成
 - (ア) UAV レーザ計測
 - (イ) 電子基準点からのデータ取得
 - (ウ) UAV 位置姿勢データ解析
 - (エ) レーザデータ解析
 - (オ) UAV レーザ精度の確認
4. 点群データの成果品作成
 - (ア) 精度検証（基準点の計測）
 - (イ) オリジナルデータの点検
 - (ウ) グラウンドデータの作成
 - (エ) グリッドデータの作成
5. 数値地図 データファイルの作成
 - (ア) UAV レーザ データによる数値図化
 - ① グラウンドデータ 等高線データ
 - ② グラウンドデータ その他の地物データ
 - (イ) 補足測量の TS 地形測量による数値図化（データ取得、点検測量）
6. 成果等の整理

「マニュアル」

作業機関は作成した成果品作業仕様書を計画機関に示し、作業開始前に計画機関の了承を得ることとしている。なお計画機関は、公共測量の実施計画書の提出の際に、①で作成する成果品要求仕様書と、②で作業機関が作成する成果品作業仕様書を合わせて添付することで、国土地理院より具体的な技術的助言を受けることが可能となる。

第2章 作成する成果品の仕様（要求仕様）の策定

第7条 計画機関が作成する成果品の要求仕様書

計画機関は下記の成果品要求仕様書を策定しなければならない。

1. 成果の目的と用途
2. 対象とする範囲、地形など
3. 作成する成果品の品目
4. 作成する成果品の要求点密度
5. 作成する成果品の要求精度
6. 納品する際のデータ形式

「マニュアル」

（計画機関による成果品の要求仕様の策定）

第4条 測量計画機関（以下「計画機関」という。）は、本マニュアルに基づきUAVレーザ測量を実施する場合、測量を行う目的、実施地域、作業量、期間等を踏まえ、当該測量によって得られる成果品の内容、精度等の要求仕様を明らかにし、第2章に定める内容に従って成果品要求仕様書を作成しなければならない。

2 計画機関は、前項の成果品要求仕様書の作成に当たり、当該作業地域における基本測量及び公共測量の実施状況について調査し、利用できる測量成果、測量記録及びその他必要な資料の活用を図ることにより、測量の重複を避けるよう努めなければならない。

- ① 成果品は目的と用途、対象地物により、作業方法地や求める要求精度が異なる。

具体的に記載することが望ましい。

目的と用途	記入例
	市街地近郊の低山間部（里山保全地区）の整備計画のための、地形判読に使用するためのグラウンドデータ及びグリッドデータを作成し、等高線、法面、及び隣接する道路及び建物の数値地図データ 500 レベルを作成する。UAV レーザ測量で取得できない地物は別途T S 地形測量を併用する。 今後、植生分析にも活用するためオリジナルデータ、画層ラスターデータも必要。

② 測定範囲

対象とする範囲、地形なども記載する。

項目	記入内容	記入例
場所	概ねの位置（住所等）	貝塚市名越
面積	概略の作業面積(m ²)	112,500 m ²
	形状(○m×○m)	250m×450m
地形ほか	裸地、山地など	山地、隣接道路含む
植生状況	森林、草地など	森林、道路部は植生なし

③ 作成する成果品の品目（例）

品目	成果品	作成（要否）
成果品	オリジナルデータ	◎
	オリジナルデータ（着色）	×
	グラウンドデータ	◎
	グリッドデータ	◎
	等高線データ	◎
	数値地形図データ	◎
	オルソ写真データ	◎
	その他	×

【メモ】

数値地形図データのみ利用する場合も、今後の活用のためにオリジナルデータについては、成果品として納品を求めることが重要。データの受け渡し形式の記載が必要。

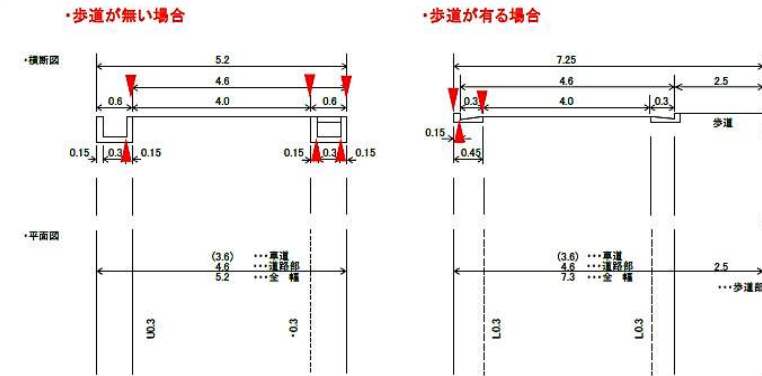
オリジナルデータ（LAS,e57,CSV,PTS 等） 数値地図データ（gml,dxf,shp,dwg 等）

数値地形図データに記載する項目を具体的に記述をしておく作業機関に求める要求精度を理解した作業計画が期待できる。

参考までに数値地形図データに記載する項目を表に示した。必要な地物項目に○をつけて明示することを提案する。なお、表では UAV レーザにて取得する項目と TS にて取得する項目を分離しているが、この分類は必須ではない。

地物大分類	地物項目	UAV	TS	備考
00.基準点	3級基準点	—	○	
	4級基準点	—	○	
	真価道路=2101	○	○	
01.道路線	歩道=2103	○	○	
	仮道路=2106	—	○	
	歩車道線=2113	○	○	
02.道路構造物	*路肩=2214	—	○	*道路等にある施設
	*路側溝=2221	○	○	*路側溝コード
	側溝=2221	☆	○	色が別の色
	側溝蓋の穴=2232	○	○	
	1.歩道橋	—	—	
	雨水井=2235	○	○	
	防護柵=6132	○	○	
02.道路構造物詳細	道路線=2111	—	○	*路側溝コード (250 レベルで利用を想定)
	歩道線=2111	—	○	*路側溝コード (250 レベルで利用を想定)
	*側溝構造物=2231	—	○	*蓋なし(流水側) (250 レベルで利用を想定)
	*側溝構造物=2232	—	○	*蓋あり(流水側) (250 レベルで利用を想定)
	*側溝排水管=2234	—	○	*φ200 mm以下、側溝地下部のコードを使用
	歩道橋=2001	○	○	
	側溝排水管=2005	○	○	
03.構造物	たまた=2403	—	○	
	*路肩=2409	—	○	*構造物の敷地内で道路線以外の施設
	下水マンホール(既設)=2421	○	○	
04.小物体	*下水マンホール(汚物)=2421	—	○	*図化エリア内のみ
	マンホール(未設置)=2421	—	○	
	電柱=2422	○	○	
	照明灯=2424	☆	○	同一層取得
	カマ=2424	—	○	
05.水辺及び水辺構造物	*路側溝=2404	—	○	*歩道マリア 外
	水辺線=2401	—	○	
	明道=2405	☆	○	☆水辺線として図化
	水方角=2441	—	○	
	*排水路=2400	—	○	*排水路内に存在する、雨水や湧水を集める構造物
06.地形線画	水防地下部=2407	☆	○	*既設のみ
	歩道=2406	○	○	
	コンクリート敷地=2411	○	○	
07.境界線	境界=2400	☆	○	*測量用・境界用・敷地
	境界線=2402	—	○	
	境界線(境界線)=2402	—	○	
08.その他の構造物	(特殊構造物)=2404	—	○	山麓部の平地地
	*路側溝=2231	—	○	*φ100 mm以下 (250 レベルで利用を想定)
	*水路電下管=2107	—	○	*φ100 mm以下 (250 レベルで利用を想定)
	*構造物=2100	—	○	*構造物の外形 (250 レベルで利用を想定)
	*路側溝=2234	—	○	*構造物の形状・高さ (250 レベルで利用を想定)
09.その他の構造物詳細	支線=4123	☆	○	*線方向のみ
	支線=4123	☆	○	*線方向のみ
	*路側溝=2231	○	○	*全長 250 mm以下の側溝 (250 レベルを想定)
	*排水管=2234	—	○	*φ250 mm以下の排水管 (250 レベルを想定)
	*排水管=2234	—	○	*形状を取得
10.周辺平面図	*排水管=2100	—	○	*排水管の形状・高さ
	道路区画=2101	—	○	
	排水管=2103	—	○	
	敷地内道路=2106	—	○	
	歩道線=2213	—	○	
	雨水井	○	○	
	排水管=2100	—	—	
11.地記	排水管=2100	○	○	
	排水管=2100	○	○	
	排水管=2100	○	○	
	排水管=2100	○	○	
	排水管=2100	○	○	

また、図化対象地物について、どの位置の点を図化するかを明らかにしておくことが重要である。例えば道路線を取得する場合、どこを道路線とするかなど、明確に決めて仕様書に記載することが望ましい。下図に作業者によって道路線として認識しそうな点を赤三角で示した。これらの候補点の内、どこを採用するかを明確にすることが必要である。さらに、特に精度レベル 250 の大縮尺では例えば縁石の上か下かを明確にする必要がある。



④ 作成する成果品の要求精度および要求点密度

- ・オリジナルデータの要求精度
- ・グラウンドデータの要求精度
- ・グリッドデータの要求精度
- ・数値地形図データの要求精度

構造物の地形の場合の要求精度（例）

		1000 レベル	500 レベル	250 レベル
要求精度 (m)	水平	0.7m	0.25m	0.12m
	標高	0.33m	0.25m	0.25m
評価基準		標準偏差		
要求点密度 (点/m ²)		100/m ²	400/m ²	1600/m ²

等高線等の山間部の地形のみの場合の要求精度（例）

		1000 レベル	500 レベル	250 レベル
要求精度 (m)	水平	1.4m	0.50m	0.25m
	標高	0.66m	0.50m	0.50m
評価基準		標準偏差		
要求点密度 (点/m ²)		25/m ²	100/m ²	400/m ²

【メモ】

要求精度により取得可能な地物レベルが異なるため、計画機関は求める地物とその要求精度については、明確にすることが重要である。

- ・ 低山間部 植生に覆われた場合
- ・ 等高線
- ・ 人口法面、自然地形（崖・雨烈・岩崖等）
- ・ 植生が低密度である地点の構造物
- ・ 建物、せき、水門等の水部構造物、その他の構造物

⑤ 納品する成果品形式

納品にあたっての成果品の形式を指定する。

点群・・・・・・ LAS,e57,CSV,PTS 等

精度評価表・・・ 紙媒体、pdf,excel,word 形式等

地形図・・・・・・ 紙媒体 数値地図（gml,shp,dwg 等）

第3章 成果品を作成する方法（作業仕様書）の策定

第8条 工程別作業区分及び順序

工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。ただし、計画機関が指示し、又は承認した場合は、一部を省略することができる。なお、作業日の6か月以内に UAV のキャリブレーションを実施していない場合はキャリブレーションの実施が必要である。

- (1) 作業計画
- (2) 予察
- (3) 飛行コース経路の決定
- (4) 基準点（試験用基準点を含む）の設置
- (5) UAV レーザデータ取得
- (6) 電子基準点（仮設基準点）からのデータ取得
- (7) UAV 位置姿勢データ解析
- (8) UAV レーザ 位置姿勢精度の確認
- (9) レーザデータ（点群）生成
- (10) 基準点による調整
- (11) UAV レーザ データによる数値図化
- (12) 数値図化データ作成
- (13) TS 地形測量による細部測量（データ取得、点検測量）
- (14) 数値編集
- (15) 数値地形地図データファイルの作成
- (16) 成果等の整理

【メモ】

本作業フローは以下に示す通りである。UAV レーザ を使用するため、通常の精度管理に加え、UAV レーザの位置姿勢精度の検証、試験用基準点を用いたレーザデータの精度検証を実施する。また、TS 地形測量時に点検測量を兼ねて UAV レーザで取得された地物位置の精度点検を実施し精度の保持に努める。

第9条 機器及びシステム

UAV レーザ計測に使用する機器及びシステムは次表に掲げるものとする。

機器・システム名	備考
2 周波型 GPS 受信機	後処理用 GNSS 補正データは電子基準点等から受信
IMU	仕様を記載
レーザスキャナ	仕様を記載
デジタルカメラ	仕様を記載 なくても可
後処理用ソフトウェア	名称があれば記載

2. UAV レーザは適切なキャリブレーションを実施するものとし、有効期間は6ヶ月とする。
3. UAV レーザのキャリブレーション結果を添付するものとする。
4. キャリブレーション時に求めた精度誤差は要求仕様書で規定された精度の1/5以下を満たす機体を利用するものとする。

【メモ】

6か月以内にキャリブレーションが実施済みであったとしても、予察により飛行コースの検討結果により、飛行高さ（対地）がキャリブレーションを実施した際の飛行高さより高くする必要があった場合は、計画機関との協議により当該飛行高さ以上の飛行高さにおいて再度キャリブレーションを実施しなければならない。

第10条 観測経路（飛行コース）の決定

作業計画および予察の結果に基づき、UAV レーザによる最適な観測経路を決定する。この際、観測経路が極力直線となるように設定する。

第11条 基準点および試験用基準点の配置

観測範囲に基準点および試験用基準点を設置することとする。

1. 基準点を用いてレーザデータの精度を調整し確認する。
2. 試験用基準点はオリジナルデータの精度確認に利用する。
3. 試験用基準点の配置は、計測範囲の4隅に各一点、中央に一点を標準とする。
4. 基準点および試験用基準点はTS点の設置観測に準じて設置する。
5. 基準点および試験用基準点には、レーザ用ターゲットを設置する。

6. レーザ用ターゲットは、レーザ計測により位置が明確に特定できる形状とする。
7. レーザデータ上で位置を特定できる地物を基準点として用いることができる。この場合はレーザ用ターゲットの設置を省略することができる。

第12条 UAVレーザデータ取得

- UAV レーザデータ取得とは、UAV レーザ に搭載された GNSS、IMU、レーザスキャナ、デジタルカメラ等により、GNSS データ、レーザ計測データ、画像データを取得する作業をいう。
2. データ取得時の飛行速度は秒速 3m 以内を標準とする。
 3. GNSS および IMU 装置の初期化データを取得するために、UAV レーザの初期化飛行を行う。

第13条 UAV位置姿勢データ解析

UAV レーザデータの取得後、GNSS、IMU を基に速やかにデータ解析を実施し、UAV の位置および姿勢を解析する。

第14条 UAV位置姿勢精度の確認

解析後予測誤差の許容値は、次表に掲げるものを標準とする。

地図情報レベル 解析後の予測誤差許容値				
		1000 レベル	500 レベル	250 レベル
最大誤差 (m)	水平	1m	0.5m	0.25m
	標高	1m	0.5m	0.25m

2. 解析後予測誤差が許容値を超える場合は、基準点を用いた調整計算を行うか、再測を行う。
3. 急上昇、急下降、急加速、急減速、極端な姿勢の傾斜についてはその間の計測データ（レーザ点）は棄却する
4. 位置姿勢解析の結果を「UAV レーザ位置姿勢精度管理表」にまとめる。

第15条 レーザデータ解析

精度が確認された UAV の位置姿勢データに基づき、レーザデータ（点群）の生成を実

施する。

第16条 デジタル画像処理

レーザデータ（点群）と、デジタルカメラにより撮影された画像データの統合を実施する。

第17条 基準点による調整

生成後のレーザデータ（点群）および統合されたデジタル画像を用いて、基準点の位置を計測し調整を行う。

2. 試験用基準点によるレーザデータの検証結果の許容精度は次表を標準とする。

地図情報レベル 残差の許容値				
		1000 レベル	500 レベル	250 レベル
最大誤差 (m)	水平	1m	0.5m	0.25m
	標高	1m	0.5m	0.25m

3. 残差が許容値を超える場合は、基準点を用いた調整計算を行うか、再測を行う。
4. 試験用基準点による点検結果を「UAV レーザ精度検証精度管理表」にまとめる。
5. 試験用基準点の点検後、明らかに系統的な誤差が見られる場合は、別途協議する。

第18条 UAVレーザデータによる数値図化

調整後のレーザデータおよび統合されたデジタル画像を用いて、数値図化作業を実施する。

2. 数値図化作業の前にノイズや樹木を点群から削除するためのノイズフィルタリングを実施することができる。
3. 自動処理による地物の自動抽出機能等を用いることができる。
4. 自動処理で抽出した地物は、数値図化時に位置の点検を行なうこととする

第19条 図根点の設置

UAV レーザデータによる数値図化で取得されたマンホール等の地物は後続の細部測量に用いる図根点とすることができる。

第20条 数値図化データ作成

計測された主要地物および抽出された道路縁、家屋等を統合し、数値図化データを作成する。

第21条 試験用基準点による精度評価

調整済みオリジナルデータ（点群）より試験用基準点の位置を求め、予め計測した座標と比較することにより精度評価を行う。

点検結果は「UAV レーザ点検測量精度管理表」にまとめる。

第22条 TS地形測量やレーザ点群測量による細部測量

UAV レーザデータより取得されていない地形・地物等においては、基準点（TS 点）により TS 地形測量・地上レーザ点群測量による細部測量を行い数値地図データファイルの作成に必要な数値図化データを取得する。また必要に応じて周辺部のデータについても測定を行い、整合性を確保する。

- 必要に応じて、細部測量に必要な基準点を測設するための新設 TS 基準点測量を実施する。
- 点検測量を兼ねて、UAV レーザデータより取得された地物を TS で再度観測し、水平位置の精度検証を実施する。水平位置の許容精度は次表を標準とする。

地図情報レベル		水平位置の標準偏差		
		1000 レベル	500 レベル	250 レベル
最大誤差 (m)	水平	1m	0.5m	0.25m
	標高	1m	0.5m	0.25m

第4章 納入成果品

第23条 成果品

成果品として成果品要求仕様書に規定されたもの他、下記のものを納入するものとする。

- (1) UAV レーザキャリブレーション証明書1式
- (2) UAV レーザ位置姿勢精度管理表 1式
- (3) UAV レーザ精度検証精度管理表 1式
- (4) UAV レーザ点検測量精度管理表 1式
- (5) UAV レーザ観測経路図 1式
- (6) UAV レーザレーザデータ 1式
- (7) UAV レーザ画像データ 1式
- (8) 公共測量実施計画書に基づく公共測量成果等(国土地理院提出用) 1式

今後の展開と課題

【計画】

- 市の公共測量案件において、
当運用手順要領（案）を用いる。



- 国土地理院さんからの助言。



- 当要領をブラッシュアップ。

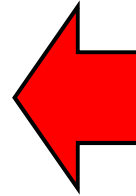
- 地元企業への展開を図る。



- 災害時にUAVでの対応。

- 府下市町村への水平展開。

協議会で実施方法を検討



【課題】

- UAVでの公共測量の案件が少ない。
- 3Dデータの扱い方がわからない。
- 3Dデータを扱える環境にない。