

スマートフォン等による三次元データを活用
した災害復旧の効率化マニュアル（案）

令和5年12月

農林水産省 農村振興局
整備部 防災課 災害対策室

目次

1. はじめに	1
1-1. 背景及び目的	1
1-2. 本マニュアルについて	1
1-3. マニュアルの適用と留意点	1
1-4. マニュアルの構成	2
2. 災害復旧事業の概要	3
2-1. 災害復旧事業とは	3
2-2. 農地、農業用施設の災害復旧の流れ	4
2-3. 災害発生時のポイント	5
2-4. 災害査定設計書作成にあたってのポイント	9
3. スマートフォン等による三次元データの活用	10
3-1. 三次元データとは?	10
3-2. 災害査定への活用イメージ	11
3-3. 作業時間の軽減	21
3-4. スマートフォン等を用いた三次元データ取得の測量方法の種類と留意点	23
3-5. 三次元データ作成に必要なアプリケーションと機器	25
3-6. 測量成果としての取扱い	27
4. 三次元データの作成手順	28
4-1. 概要	28
4-2. 直営と委託の区分	29
4-3. 準備段階	32
4-4. 事前の状況把握と撮影方針・範囲の決定	33
4-5. 現場作業の体制構築	35
4-6. 機材等の用意	36
4-7. 現場での作業内容確認、安全対策の確認	37
4-8. 標定点と目印の設置	38
4-9. 撮影	40
4-10. 標定点の座標計測	44
4-11. その他の補足調査	50
4-12. 内業	51
4-13. 査定設計書の作成	67
5. 三次元データを活用した災害査定資料の作成例	68

1. はじめに

1-1. 背景及び目的

近年、自然災害が激甚化、頻発化する一方で、災害復旧を担う地方公共団体の技術系職員が減少してきており、被災自治体の負担軽減が図られるように災害復旧事業に係る事務の効率化及び省力化を進めていく必要があります。

このような中で、査定設計書添付写真の作成におけるポール・リボンテープ設置の省略、UAVによる写真撮影、査定設計図書への点群データの活用などを可能とし、事務の負担軽減に努めてきたところです。近年ではデジタル技術の発達によりスマートフォンに搭載されたカメラ等から三次元データを作成することが可能となっていることから、この技術を積極的に活用し災害復旧に係る事務の負担をより一層軽減することを目的としています。

1-2. 本マニュアルについて

本マニュアルは、災害復旧の実務を担う市町村、都道府県、都道府県土地改良事業団体連合会、調査・測量・設計コンサルタント等の技術者はもとより、災害復旧事務の経験が無い方や技術系以外の方でも、スマートフォン又はタブレット（以下「スマートフォン等」という。）で取得した三次元データを災害復旧事業における査定設計書の作成及びWEBなどの机上査定に活用できるように現地調査から査定設計書作成までの手順や留意事項等を取りまとめたものです。

また、本マニュアルではAndroid又はi-OSのどちらでも利用でき、極力費用負担が生じないフリーの三次元ソフトを利用した作業を想定して作成しています。

1-3. マニュアルの適用と留意点

本マニュアルは、農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律に基づき実施される農地及び農業用施設の災害復旧事業に係る査定設計書の作成及びWEBなどの机上査定に活用することを念頭に例示として作成したものです。このため、例示した手法に限られるものではありませんが、他の手法などを用いる場合には、本マニュアルに記載の留意事項など参考としていただくことが望ましいと考えています。

アプリケーションによって実施可能な内容や費用が異なるため、利用者の方が用意できるスマートフォン等やアプリケーションの環境を踏まえつつ、実際の活用方法を想定したうえで機器やアプリケーションの導入を検討することが望ましいと考えられます。

なお、被害面積が大きい農地や頭首工などの大きく複雑な農業用施設では、本マニュアルに記載する手法が却って非効率となる場合があることに留意する必要があります。

1-4. マニュアルの構成

目次 1.	はじめに	…	マニュアルの位置づけ、適用と留意点
目次 2.	災害復旧事業の概要	…	災害復旧事業の概要、手続きの流れ、実務におけるポイントなどの説明
目次 3.	スマートフォン等による 三次元データの活用	…	三次元データの解説、査定設計書作成の活用イメージ、三次元データの作成原理、必要なアプリケーションと機器などの説明
目次 4.	三次元データ作成の手順	…	被災現場における作業や内業における手順の説明
目次 5.	三次元データを活用した 災害査定資料の作成例	…	農地及び農業用施設の被災個所を対象に三次元データを活用した災害査定資料の作成例

2. 災害復旧事業の概要

2-1. 災害復旧事業とは

農林水産省農村振興局が所管する災害復旧事業は、農地（耕作の目的に供される土地）、農業用施設（かんがい排水施設、農業用道路及び農地又は農作物の災害を防止するために必要な施設）、海岸及び地すべり防止施設（農林水産省農村振興局所管のもの）が異常な天然現象によって壊れた場合やその機能に障害を生じた場合にこれを原形に復旧するための事業です。

【解説】

□災害とは：暴風、洪水、高潮、地震、その他の異常な天然現象によって起こる人命の損傷、建物、作物などの損失、河川、道路、港湾あるいは農地、農業用施設等の損害をいいます。

□災害復旧事業とは：災害によって必要を生じた事業で、災害にかかった農地等を原形に復旧することを目的とするもののうち、1箇所の工事の費用が40万円以上（農地、農業用施設の場合）のものをいいます。

□原形復旧とは：被災した施設等を原形に復旧することを原則とします。（原形に復旧することが不可能な場合にあつては原施設の効用を回復するために必要な施設を造ること、原形に復旧することが困難又は不適当な場合にあつては、これに代わるべき施設を造ることも可能）



図2-1 主な農地・農業用施設などの被害と災害復旧

出典：速やかな復旧に向けて～農地・農業用施設災害復旧事業のあらまし～
（農林水産省農村振興局整備部防災課ホームページ）

2-2. 農地、農業用施設の災害復旧の流れ

災害発生後から事業の着手までの流れは、被害報告、復旧計画樹立、計画概要書(査定設計書)の作成、査定、事業費決定、補助金の交付決定となりますが、必要に応じて査定前に応急(仮・本)工事が可能であるほか、施越工事(交付決定前の着工)が可能です。

【解説】

災害復旧事業の手続きは下図の通りです。このうち、本マニュアルでは赤枠で示す被害報告～査定までを対象としています。また、下図の「災害復旧事業(補助)計画概要書」がいわゆる「査定設計書」となります。

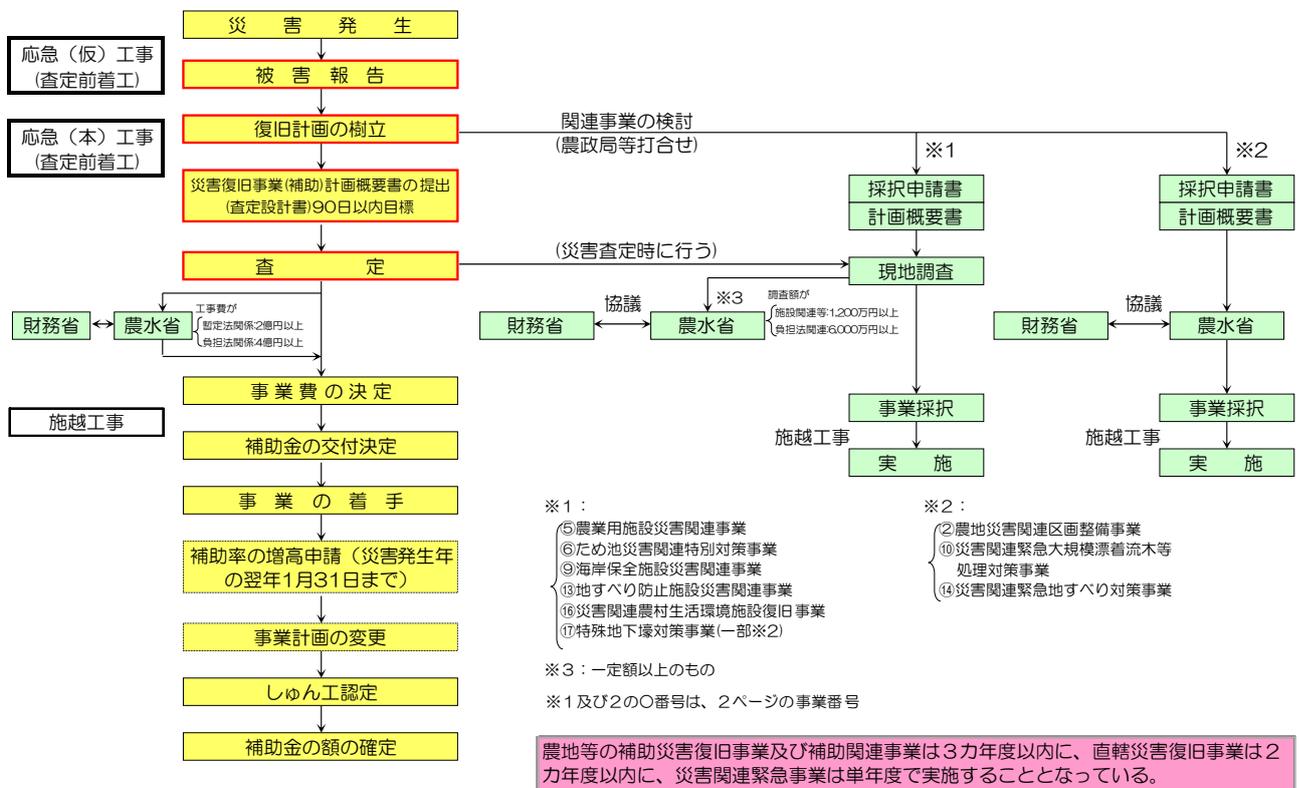


図2-2 災害査定業務の流れ

出典：速やかな復旧に向けて～農地・農業用施設災害復旧事業のあらまし～
(農林水産省農村振興局整備部防災課ホームページ)

2-3. 災害発生時のポイント

災害が発生した場合、都道府県は管内市町村に連絡して被災箇所の調査を行い、被害報告（被害額や被害箇所数など）を地方農政局等へ報告します。このため、市町村や施設管理者は速やかに被害状況を把握することが重要となります。

また、被害拡大のおそれがある場合や緊急に復旧すれば作付け時期に間に合う場合などは、応急工事が可能ですが、その際は被災状況を事前に調査、撮影しておく必要があります。

【解説】

①被害状況の調査及び報告等における対応

□激甚災害適用判断のための迅速な被害調査：市町村等は被災した施設、被害箇所数、被害額等を取りまとめ都道府県に報告する必要があります。大規模な被害が予想される場合、被害状況から激甚災害適用の判断が行われるため、報告の速度が重要となります。また、こまめな報告を行いつつ一週間以内で被害の全体を把握することが理想です。

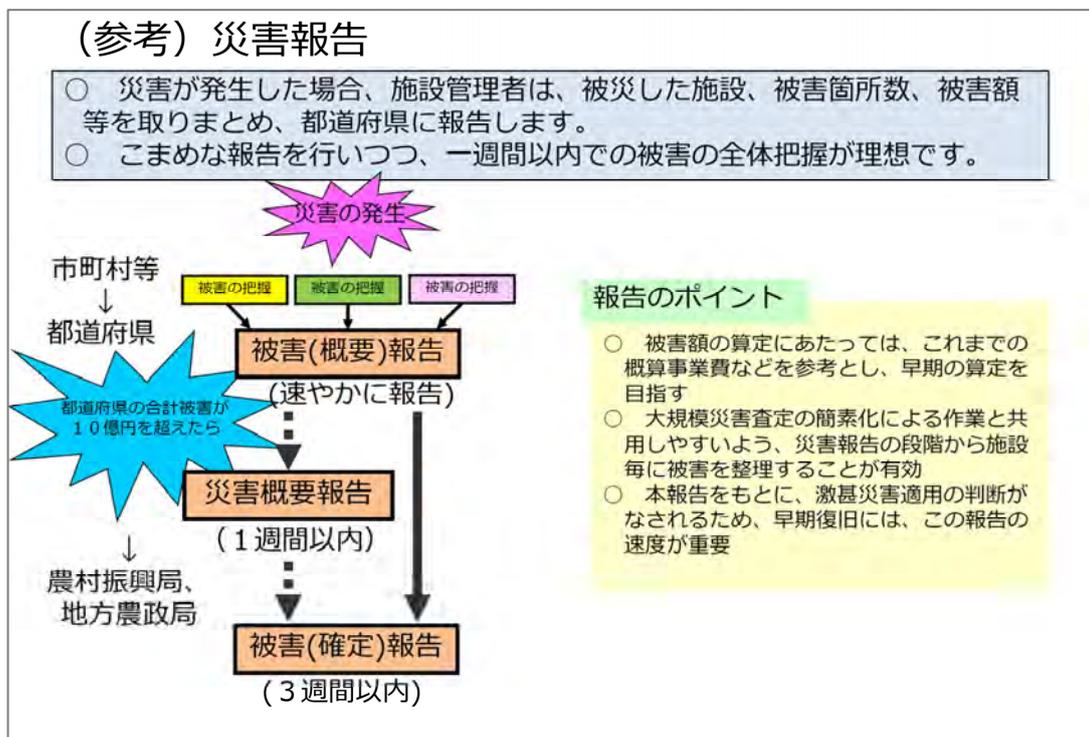


図2-3 災害報告のポイント

出典：農地・農業用施設災害復旧事業（暫定法）災害査定申請マニュアル
(農林水産省農村振興局整備部防災課資料ホームページ)

□迅速な対応のための体制整備：限られた人員で早期に被害の全容を把握するとともに、応急工事に先立つ写真撮影などの準備作業を行う必要があります。被害状況により、人員や技術的な応援を必要とする場合には、地方公共団体間の職員派遣に係る協力要請、農林水産省職員の派遣(MAFF-SAT)を要請することも可能です。また、平時から民間コンサルタント等と災害協定を締結しておくことにより、速やかに災害対応を行うことが可能となります。

□効率的な被害状況の調査：平時からUAV（ドローン）や本マニュアルで紹介するスマートフォン等のツールを確保しておくことにより、災害時において効率的に被害状況などを調査することが可能となります。また、市町村が実施する被害状況調査において現地調査をせずとも、机上で航空写真等を活用することも可能です。詳細は農林水産省のホームページに公開されている「机上調査法の手引き」、「航空写真等を活用した大規模災害時等における農地・農業用施設の迅速な被害状況の把握について」（令和4年4月13日事務連絡）等も参考にしてください。



図2-4 災害発生時の人的・技術的支援
 出典：（農林水産省農村振興局整備部防災課資料）

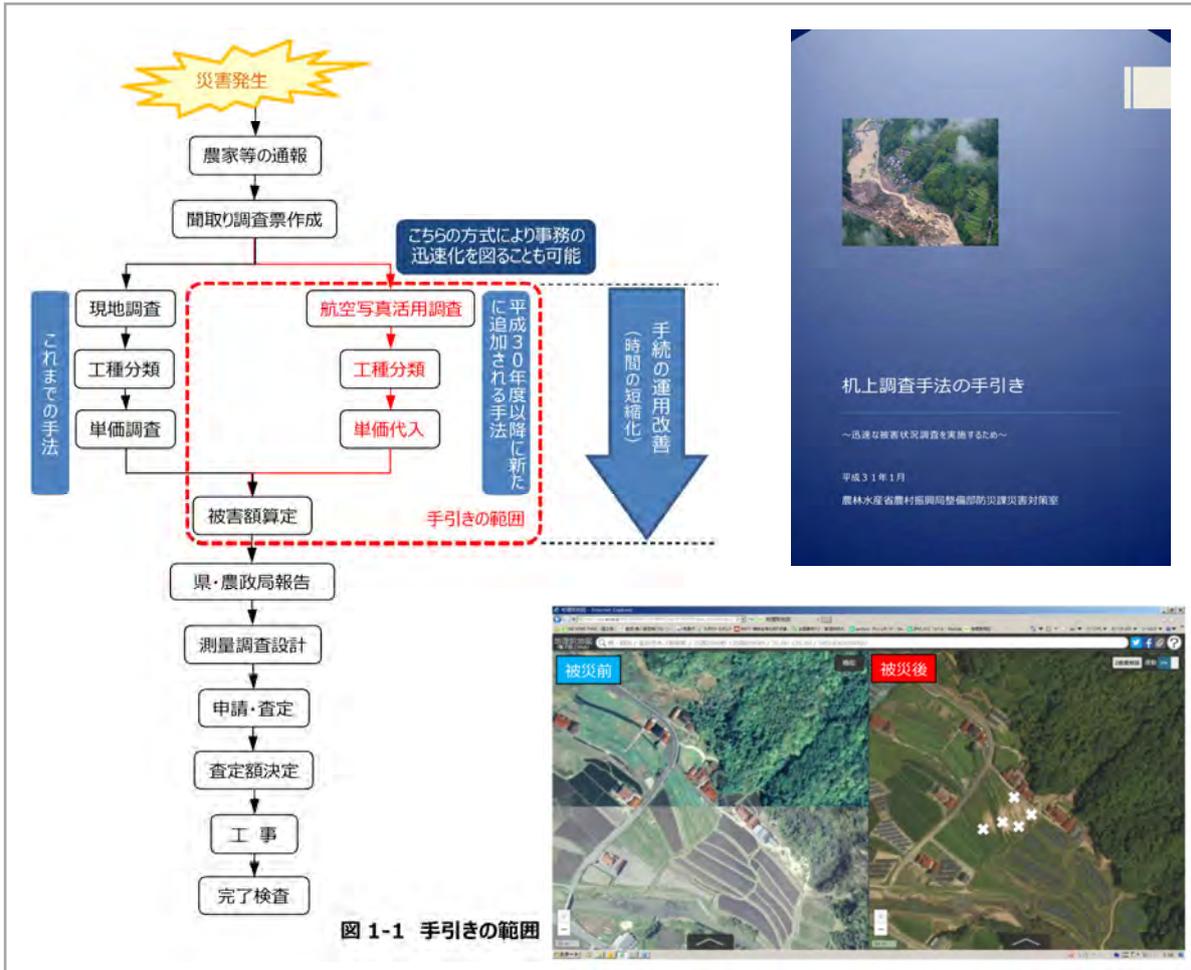


図2-5 航空写真を活用した被害状況把握の迅速化のイメージ

出典：机上調査手法の手引き（農林水産省農村振興局整備部防災課ホームページ）

②査定前着工制度の活用

□査定前に工事着手が可能（工事前の被害状況調査は必要）：そのまま放置すれば被害が拡大する恐れがある場合や復旧を急ぐことで次の作付けに間に合う場合等は査定前着工制度を活用した応急仮工事・応急本工事を行うことが可能です。査定前着工を実施しようとする施設等の被災状況を事前に調査、撮影しておく必要があります。



図2-6 査定前着工制度

出典：査定前着工制度の活用について（農林水産省農村振興局整備部防災課ホームページ）

【その他参考資料】

災害復旧の実務に当たっては「（農地・農業用施設・海岸等）災害復旧事業の解説」のほか、農林水産省の「災害復旧事業」ホームページを参照してください。

URL https://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_hukkyuu/



2-4. 災害査定設計書作成にあたってのポイント

災害復旧事業（補助）計画概要書等（以下、「査定設計書」という）は、事業費、被災及び復旧にかかる図面、被害写真などで構成され、災害査定時にはこの資料をもとに申請者が査定官及び立会官へ申請内容の説明を行います。また、査定官等は法令等の採択条件に合致しているか、技術的に妥当な工法であるかどうかを確認し、適正でないものは訂正を求めます。

このため、査定設計書に添付する写真などの資料は、被災状況、起終点の決定根拠、復旧工法の説明を意識して作成することが重要です。なお、UAV（ドローン）による動画や三次元データによる画像を災害査定時の説明や査定設計書の添付写真に使用することも可能であり、特に実地によらない机上査定（WEBによる査定を含む）では、これらにより広域又は任意な角度で被害状況等の説明や確認ができるため、非常に有用です。

【解説】

査定設計書は、下記の11項目から構成されます。

【様式】

- ①計画概要書(第1表)
- ②事業費総括(第2表)
- ③工事費内訳(第3表)
- ④応急工事費内訳(第4表)

【添付図面類】

- ⑤位置図
(5万分の1または2万5千分の1)
- ⑥被災図
- ⑦平面図
- ⑧縦断面図
- ⑨横断面図
- ⑩構造図
- ⑪被害写真

災害査定における審査の視点とそれを踏まえた査定設計書作成のポイントは以下の通りです。

災害査定の主な視点

- ✓ 今回の異常な天然現象によるものか？
- ✓ 起点・終点・施工範囲・延長・断面は？
- ✓ 農地の場合の限度額は？（算定方法、復旧事業費、超過分の負担了解等）
- ✓ 構造は適切か？
- ✓ 他事業との調整は？（二重採択防止）
- ✓ 再度災害の危険は？
- ✓ 仮設は適切か？

査定設計書作成のポイント:各資料におけるポイントは以下の通りとなります。特に机上査定が想定される場合は、現地で補足説明ができないことを意識して資料を作成することが重要です。

作成する資料	ポイント	備考
調査、測量及び写真整理等	<input type="checkbox"/> 被災直後の状況写真（全景）	<input type="checkbox"/> 被害の理解と復旧工法の適切性の判断に必要（被災箇所、被災原因、被災程度・規模が確認できること）
	<input type="checkbox"/> 起終点の決定根拠説明を意識した写真の整理	<input type="checkbox"/> 起終点が判読できることが重要 <input type="checkbox"/> 全景写真ばかりでなく、部分写真も有効活用する
復旧計画図面の作成	<input type="checkbox"/> 復旧工法（計画）の説明を意識した図面整理	<input type="checkbox"/> 用地境界、小運搬ルート、仮設計画等
復旧工事費等の算定	<input type="checkbox"/> 総合単価の活用 <input type="checkbox"/> 災害復旧工事費の対象となるかの判断	<input type="checkbox"/> 事業費が40万円に近い場合は積上げ検証が必要 <input type="checkbox"/> 1箇所の工事費が40万円未満であっても、同一工種で150m以内の間隔で連続した被災であれば1箇所工事として災害復旧事業の対象となる。
	<input type="checkbox"/> 農地復旧には補助の限度額があるので注意	

3. スマートフォン等による三次元データの活用

3-1. 三次元データとは？

スマートフォン等のカメラ機能を活用し、専用のアプリケーションによって三次元データを取得します。この三次元データとは、従来用いられてきた二次元データに奥行きを持ったデータで、大きくは「メッシュデータ」と「点群データ」に分類されます。

【解説】

これまでの測量や設計はXY方向の情報を持った二次元データを用いることが基本でした。三次元データはこれに奥行き方向の情報を持っており、三次元データには「点群」と「メッシュ」データがあります。この2つの違いの詳細は下記の通りですが、対象物の形状を把握するのであれば点群データ、対象物の表面状況を写真のように確認するにはメッシュデータが適しています。

① 点群データ

点群は三次元座標を持った点の集合体です。個々の点にXYZ値（座標）とRGB値（色）が存在しており、それらが千点、一万点、百万点と集合することで三次元モデルを形成しています。

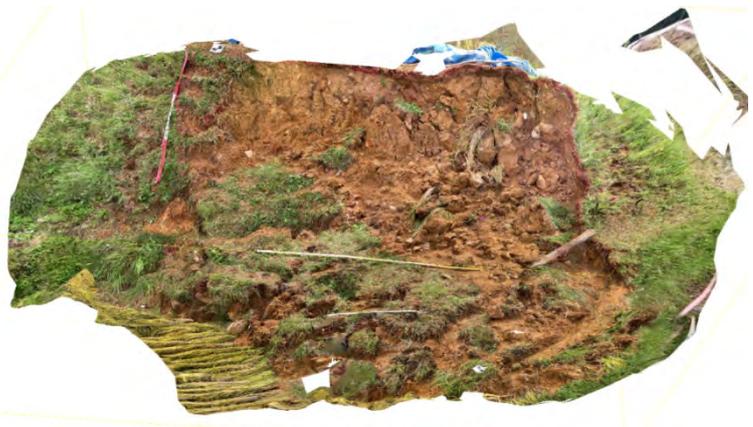
点群データの密度が粗いと、データ量は少なくPCやスマートフォン等への負荷も小さくてすみませんが、その分対象物の表面状況が不鮮明となります。逆に、点群データの密度を密にすると、データ量が大きくなり、データ処理速度が遅くなります。



② メッシュ(ポリゴンメッシュとサーフェースモデル)

ポリゴンメッシュとは、頂点、辺で構成されている三次元モデルです。点群のそれぞれの点を「頂点」とし、それらを「辺」と「面」で接続した形状データをサーフェースモデルといいます。

データ量は点群データより小さいですが画像データを含んでいないため、テクスチャファイル（mtl、jpeg）を包括したファイル構成とすることで対象物の表面状況を示すことができます。



3-2. 災害査定への活用イメージ

三次元データを査定設計書の断面図（CADデータ）に活用できるほか、三次元画像は写真の代替として査定設計書の添付写真に活用することができます。

従来の写真撮影は、被災延長などが概定できるようにリボンテープやポールなどを用いて撮影するため多くの人員を必要とし、また、測量はトータルステーションなどの測量機器とそれを扱える技術者が必要でした。

一方、スマートフォン等により取得した三次元データを活用する場合には、従来よりも少ない人員で写真撮影と延長等の計測が可能となり、また、三次元データによる断面図の作成が可能となるため、作業の効率化・迅速化が期待されます。

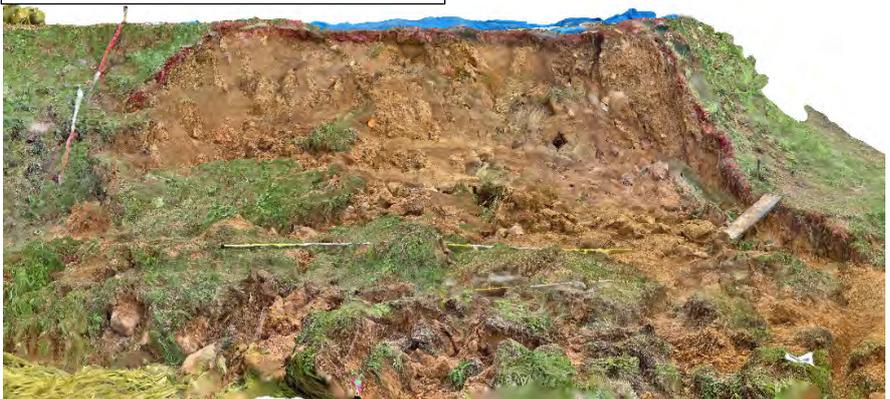
【解説：従来写真と三次元データの比較】

□写真と同等の画質：右図は農地の法面崩壊場所において、従来の手法でリボンテープなどを用いて作成した状況写真（上）と、スマートフォン等で撮影した三次元データ（下）を同じアングルで表示したものです。三次元データの画像は、被害状況を確認するための十分な画質となっており、査定設計書の添付写真として活用することができます。

従来の写真



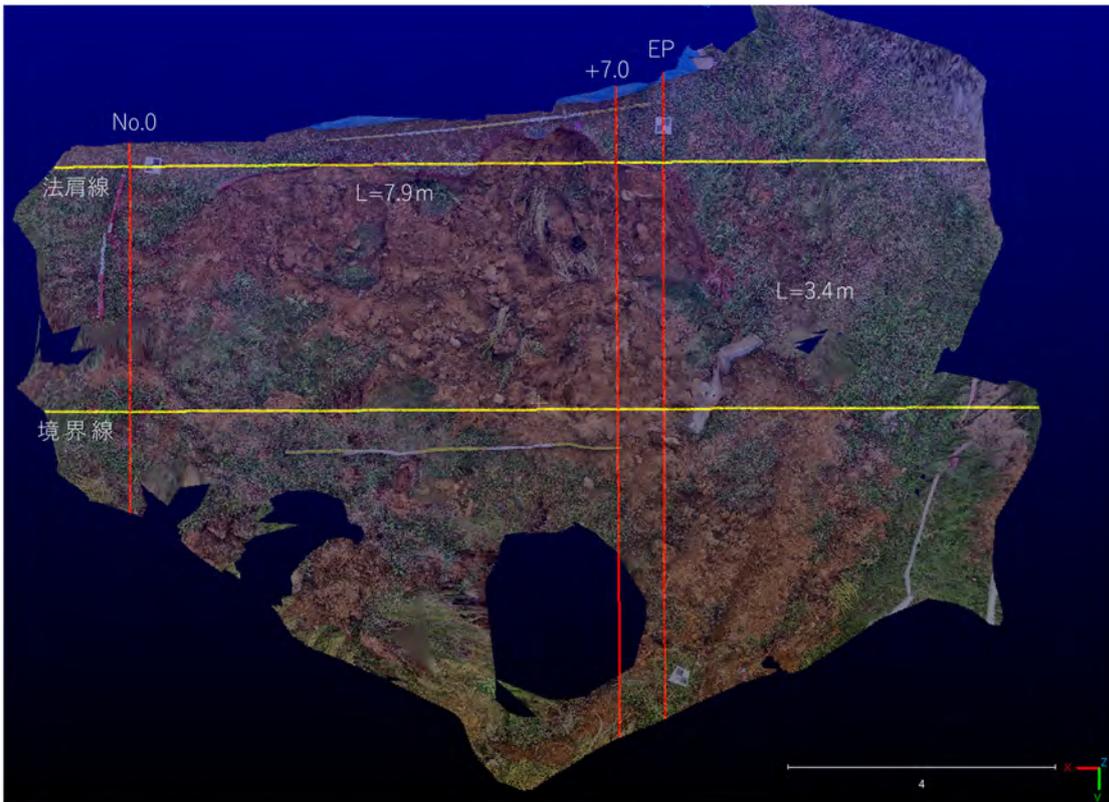
三次元データ（メッシュ）画像



□アングルの変更、延長の計測：三次元データの閲覧ソフトでは、マウス操作により任意の角度で被害状況を確認ことができ、指定したポイント間の延長を計測することが可能です。このため、査定時における説明にも活用することができます。

図 3-1 説明用写真(上)と三次元データ(下)

真上から



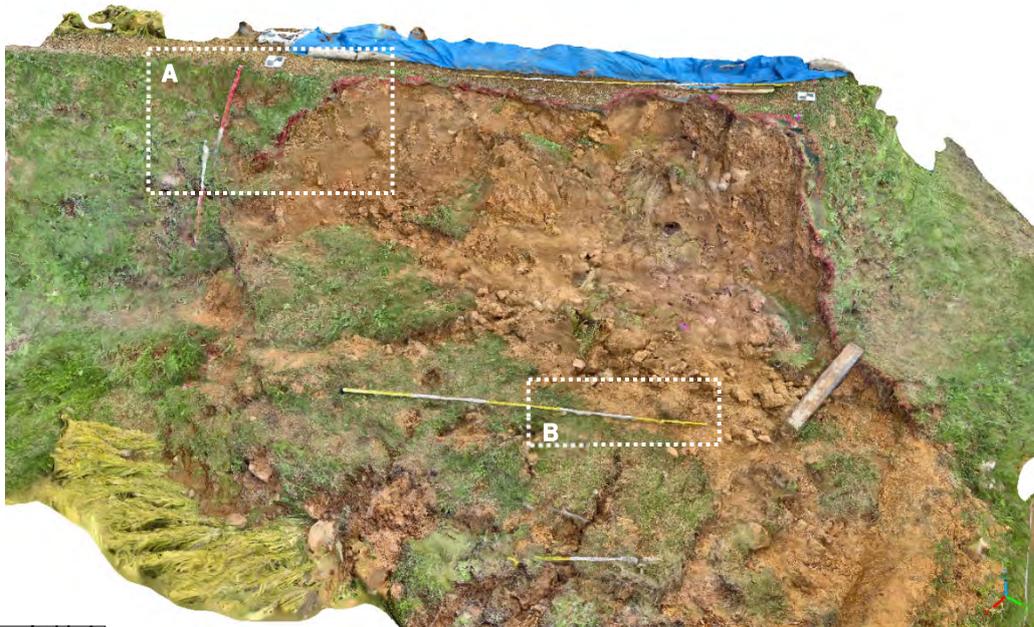
斜め上から



図 3-2 農地被災現場の三次元画像を用いた被災状況説明例

□査定設計書の添付写真への活用と留意点：三次元データの画像は、全体的な被害状況の確認において支障が生じるような画質低下は少なく査定設計書添付写真に活用可能ですが、部分的な画質低下や線形の形状に若干の歪みが生じる場合があることに留意する必要があります。このため、起終点位置の状況や復旧工法に影響する湧水や崩落の深い場所などは、スマートフォン等による三次元データの取得時などに合わせて、別途写真を撮影しておく必要があります。

全景：被災状況は把握できるが部分的に不鮮明な箇所が存在



A部拡大

杭が不鮮明
(アプリによっては
欠測になる場合も)



リボンテープが
途切れている

土の状況が鮮明な
場所と不鮮明な場
所がある

B部拡大



スタッフの表示が不鮮明
形状が歪んでいる

図 3-3 農地被災現場の三次元画像(PiX4D Catch で撮影)

下記の画像は農業用施設の被災現場(水路周辺の法面が崩壊し、二次製品の水路も一部流亡)をスマートフォン等により三次元データを取得した三次元画像です。被害状況を確認するうえでは支障ありませんが、拡大すると不鮮明な箇所、現地に置いた標定点が2つあるように見える箇所、杭のように小さな物が明確に視認できない箇所が出現することに留意する必要があります。

このため、前述の農地の法面崩壊箇所と同様に起終点位置の状況や復旧工法に影響する湧水や崩落の深い場所などは、スマートフォン等による三次元データの取得時などに合わせて、別途写真を撮影しておく必要があります。



図3-4 農業用施設被災現場の三次元画像の例(PiX4D Catchで撮影)

□水路の断面などは実測しておくことも重要：災害復旧では、現況の水路断面を正確に確認しておく必要がありますが、三次元データの画像から正確な寸法を計測出来ない場合があるため、スマートフォン等による三次元データの取得時などに合わせて実測により寸法を測定しておく必要があります。



図3-5 水路断面の計測状況(2名で対応可能)

【解説：査定設計書に添付する CAD の作成-1 (断面図)】

□測量と同等の断面図を作成：下記の断面図は、農地の法面崩壊場所における被災断面をスマートフォン等で作成した場合と従来の横断測量で作成した場合を比較したものです。従来の横断測量は作業員が断面の大きな変化点をとらえるのに対し、三次元データの場合は、より緻密に断面の変化点をとらえることができるため、土工数量などにおける断面積は、従来に比べてより精緻に算定されます。(使用するソフトウェアによっては点数の間引きも可能です)。

側面から全景



被災断面

側面から全景

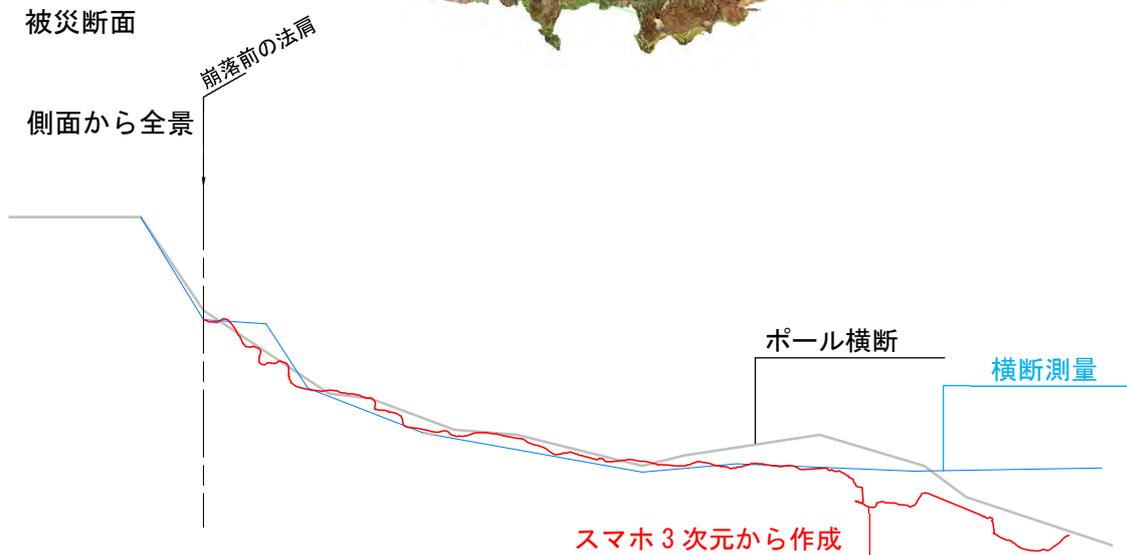


図 3-6 三次元による横断面図とほかの手法による横断面図の比較

【解説：査定設計書に添付する CAD の作成-2 (平面図)】

□三次元データによる平面図は等高線で地形を再現：下記の平面図は、農地の法面崩壊場所で、通常の平板測量により作成した平面図とスマートフォン等で取得した三次元データにより作成した等高線図(0.2m間隔)です。

□道路や杭等は追記が必要：平板測量は被災場所を法面マークと外周線で表現していますが、三次元データによる等高線図は被災形状が明確にわかります。一方で、通路の位置や杭の位置等は反映されないため、後から等高線図に追記する必要があります。

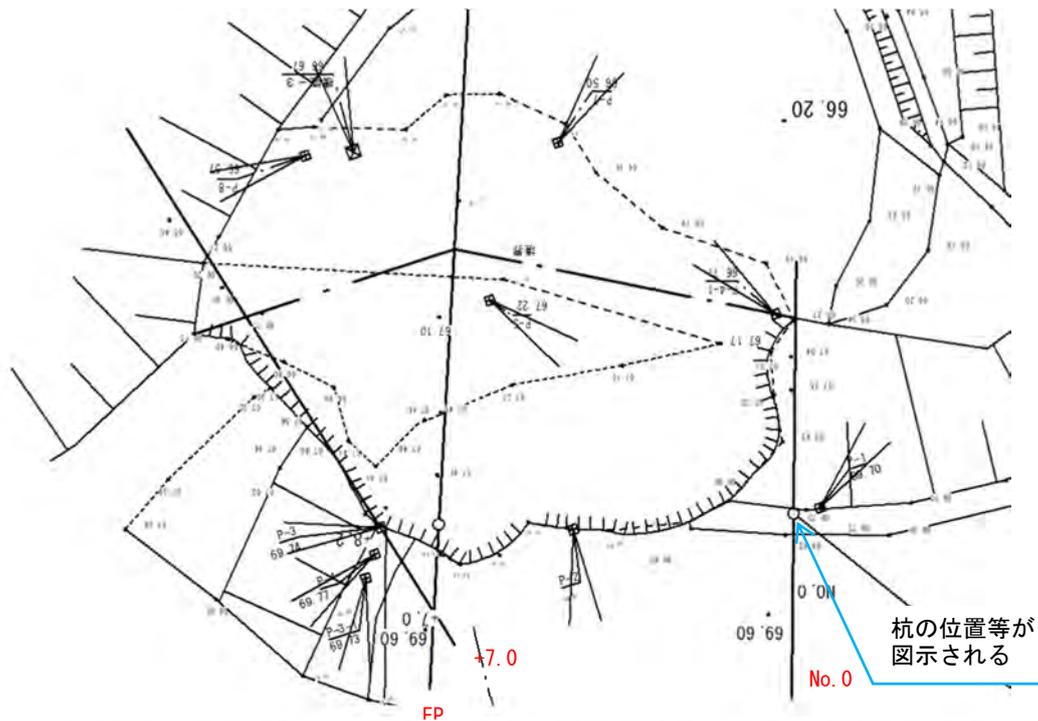


図 3-7 従来の測量成果(農地被災現場、被災部分拡大)

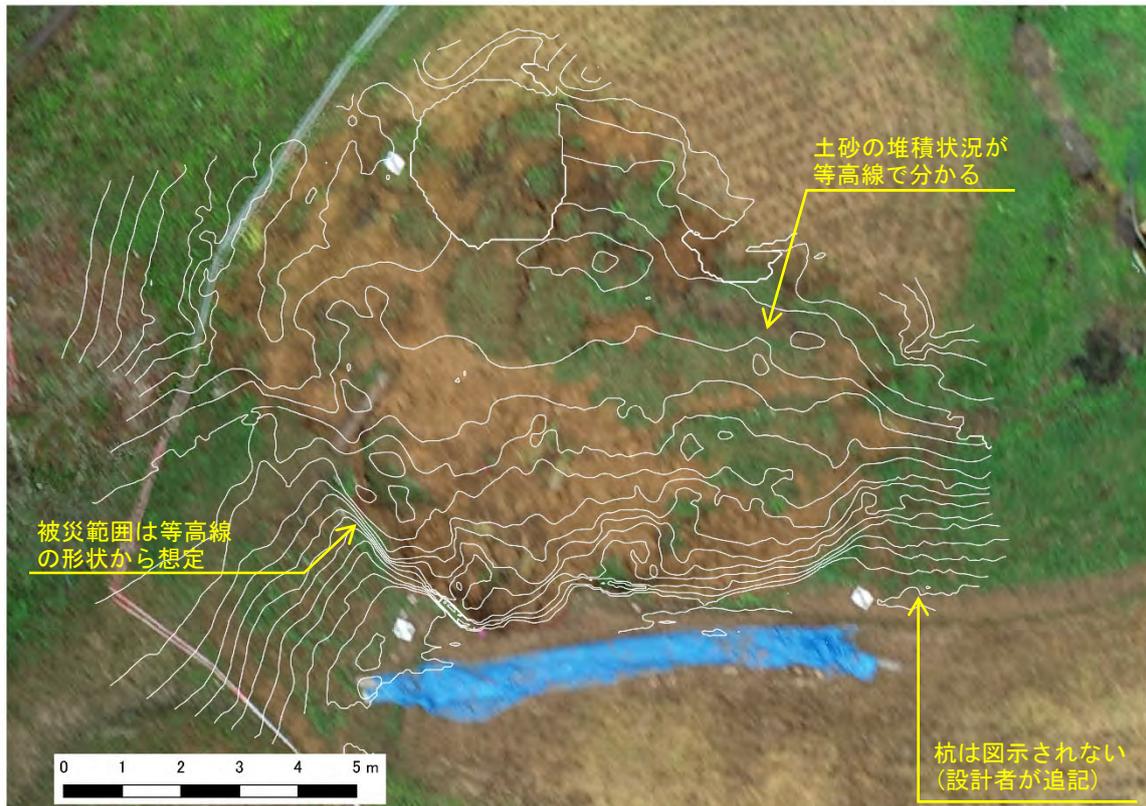
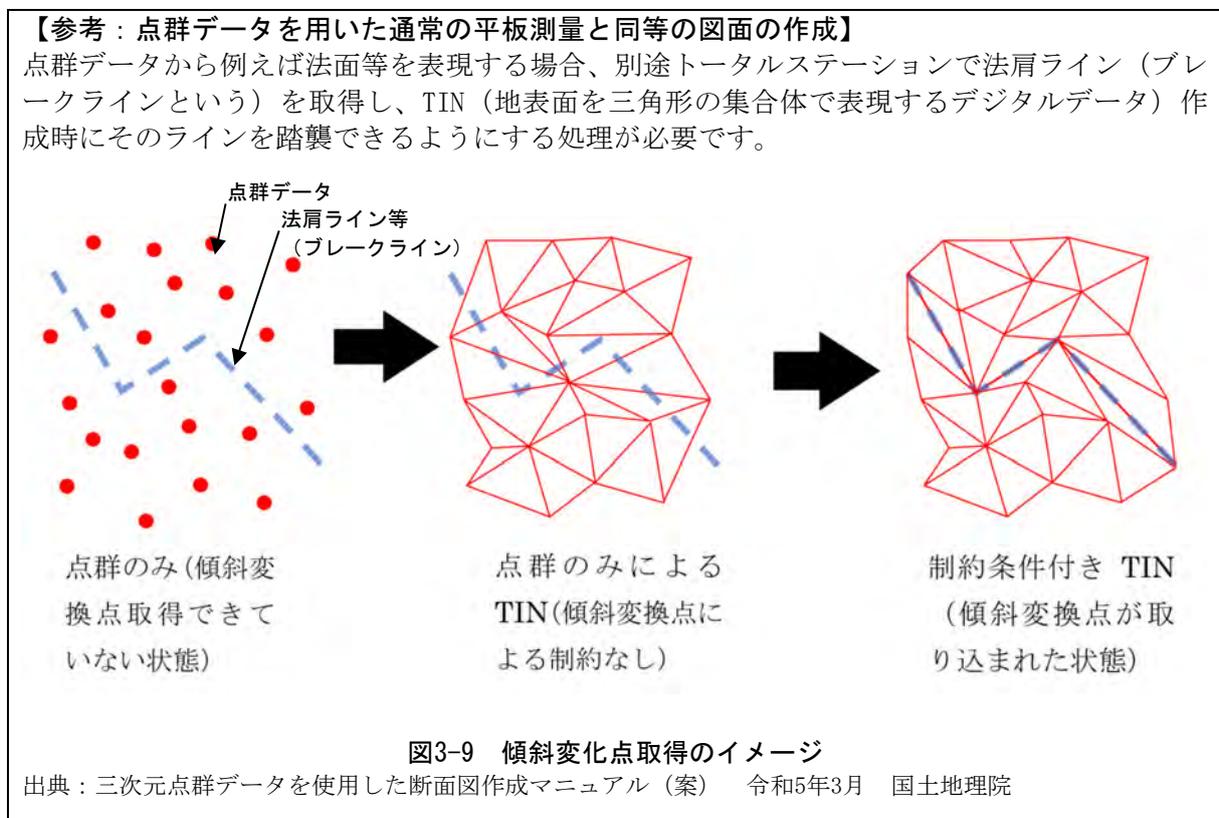


図 3-8 三次元測量成果(農地被災現場)



【解説:査定設計書の添付図面への活用】

スマートフォン等により取得した三次元データから、CAD による断面図や平面図（等高線図）を作成することが可能であり、被害状況図や復旧計画図の基図として活用することが可能です。下図は前述した農地の被災現場の三次元データを基に作成した等高線図と横断面図を基に作成した復旧計画図です。

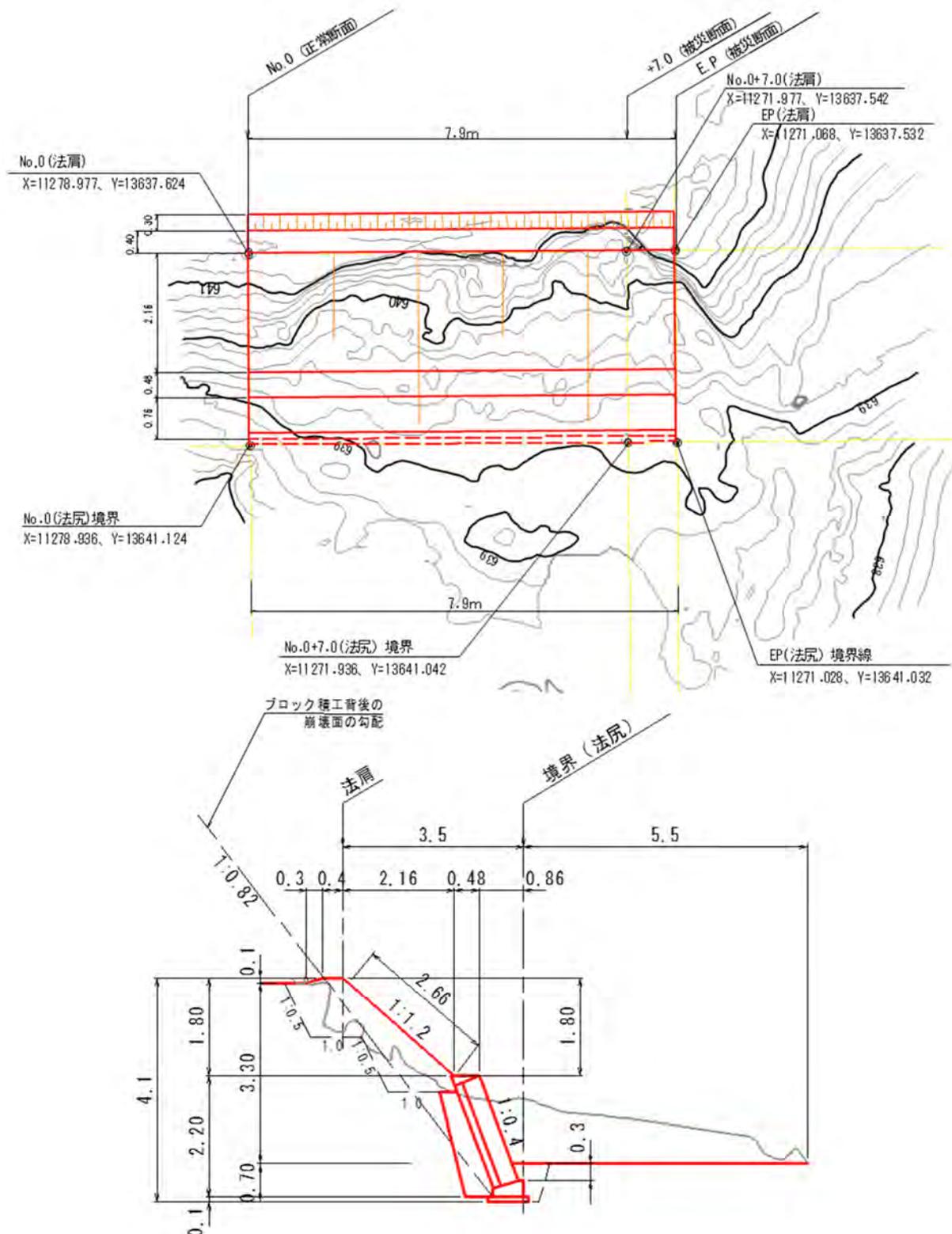


図 3-10 三次元測量で作成した CAD データを用いた復旧計画図の例（上：平面図、下：横断面図）

【解説:スマートフォン等による三次元データ取得(撮影)における留意点】

□スマートフォン等での撮影の目安は5m×5m: 本マニュアルの作成にあたり、複数人で、複数のアプリケーションを使用して撮影作業を行ったところ、一部のアプリケーションでは三次元化の処理中に強制終了することがありました。このため、撮影範囲が5m×5mよりも広い場合は、おおむね5m×5mの単位で複数回撮影し、内業で合成する方が効率的です(合成する場合は、各撮影を同じ座標系で補正する必要があります。現地に標定点を置き、これに基づき補正を行ってください)。

□撮影時間は約10分: 撮影ルートや足場の状況にもよりますが、平面寸法が5m×5m前後の現場で約10分の撮影になります。

□ほかの手段の方が有利な場合も: LiDAR 機能(「3-4. スマートフォン等を用いた三次元データ取得の測量方法の種類と留意点」参照)を用いる場合は相当近接しないと撮影できません。このため、高低差が大きく近寄れない被害箇所やあまりにも広範囲に及ぶ被害箇所(広範囲となる仮設道路の計画基図、水張面積算定の基図としての活用を含め)では、従来の測量、航空写真、既往の地形図の活用、UAV(ドローン)での撮影等の方が有利になると考えます。

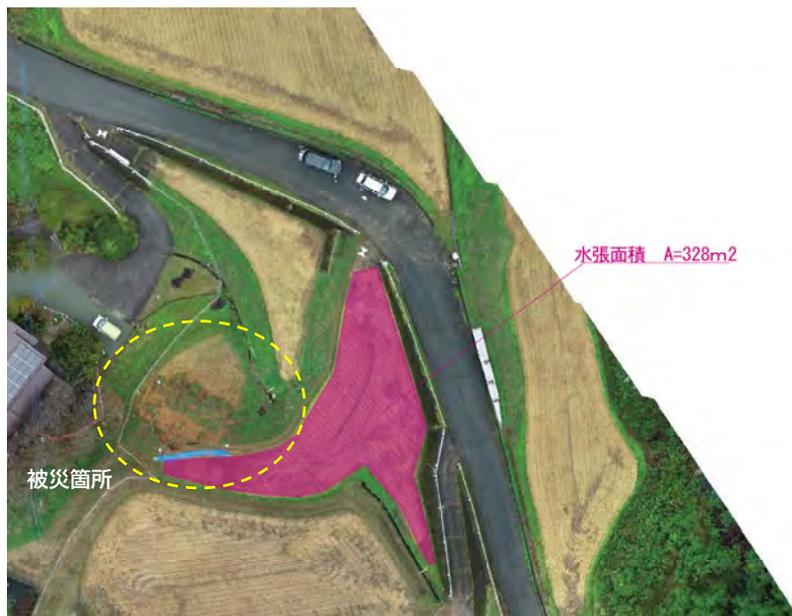


図 3-11 水張面積 UAV(ドローン)オルソ画像から算定した例

□全景写真の撮影における留意点：三次元データの画像は、被災範囲とその外周の健全部を対象に取得しますが、被災現場の概要や復旧工法と必要な事業費を算定するためには、周辺の地形や道路の状況等も把握していくことが重要です。このため、従来の写真撮影や既存の図面を活用して周辺状況を把握する必要がありますが、UAV（ドローン）を活用すれば、効率的にこれらを把握することが可能となります。



図3-12 ドローン空撮による全景写真

3-3. 作業時間の軽減

スマートフォン等による三次元データを活用して査定設計書を作成する場合には、被災現場の作業時間が大きく短縮します。

【解説】

ここまで示した通り、スマートフォン等により取得した三次元データを用いて査定設計書を作成することができます。

三次元データを活用する目的の一つは査定設計書作成における「作業時間の縮減」、「現場の人員削減」です。本マニュアル作成時に災害現場で実施した試行調査における作業時間を基に軽減効果を試算した結果を示します。

【試算条件】

- 小規模な災害現場を対象とする。
- スマートフォン等による撮影は現場2人体制
- 従来の方法による撮影は外業4人体制(撮影担当1名+ポール・リボンテープ担当3名)
 - ・現地では断面計測3断面(正常断面上下流、被災断面1断面)と被災延長計測を実施
- スマートフォンによる撮影時間は試行調査での平均値
- 内業はどちらの手法も1人体制とする。(作業員の個人差があるため目安)
- 現地調査(外業)と図面作成等(内業)にかかる作業時間とこれに作業人員数を乗じた延べ作業時間(≒人員削減効果)で比較した。

【結果】 現地調査から図面作成等まで要する作業時間は約1割、作業人員を加味した延べ作業時間は約4割削減された。なお、現場作業における延べ時間は大幅に縮減された。

表3-1 スマホ等による作業時間

項目		作業時間 (分)	延べ時間 (分)	備考
外業 (2名)	準備作業	10	20	
	杭設置等	10	20	
	標定点設置	15	30	5か所程度
	座標計測	15	30	1箇所2分
	計測	7	14	
	小計	57	114	
内業 (1名)	座標補正	30	30	
	中心線等設定	20	20	
	点群データ	10	10	
	横断図作成	90	90	3断面当たり
	平面図作成	20	20	
	小計	170	170	
合計		227	284	

表3-2 ポール横断による作業時間

項目		作業時間 (分)	延べ時間 (分)	備考
外業 (4名)	準備作業	10	40	
	杭設置等	5	20	
	ポール設置	30	120	3断面当たり
	写真撮影	15	60	
	写真確認	15	60	
	小計	75	300	
内業 (1名)	写真整理	90	90	3断面当たり
	横断図作成	60	60	3断面当たり
	平面図作成	30	30	
	小計	180	180	
合計		255	480	

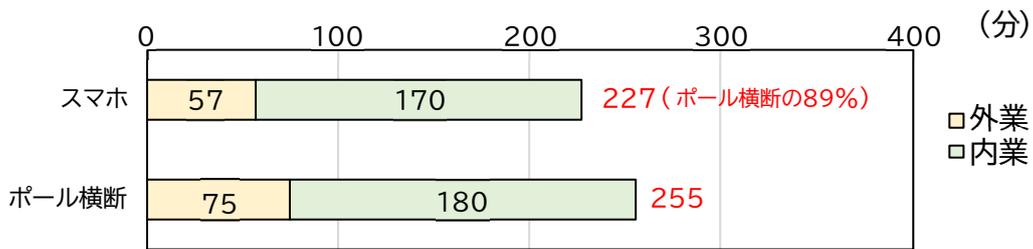


図3-13 現地調査から図面作成等までの現場時間の比較

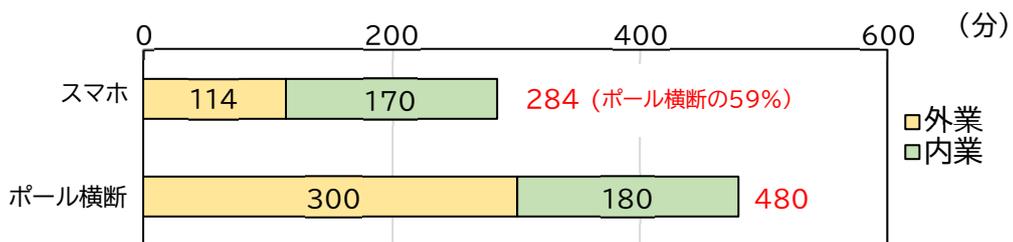


図3-14 作業人員を加味した延べ作業時間の比較

3-4. スマートフォン等を用いた三次元データ取得の測量方法の種類と留意点

航空測量で利用されている複数の写真をオーバーラップさせることで三次元化する方法（以下「写真測量等」という）と、一部スマートフォン等に搭載されているLiDARセンサーを用いたレーザー測量の二種類があります。（令和5年2月時点）
これらのデータ取得（撮影）、補正などの留意点は以下のとおりです。

【解説：写真測量等について】

写真測量等による三次元化はUAVで撮影した写真を用いて三次元画像やオルソ画像を作成する方式と同じです。

□隣接する写真の撮影範囲が重複するように撮影する必要があります：この方式は写真を所定の割合以上でオーバーラップするように撮影する必要があります。例えば「UAVを用いた公共測量マニュアル(平成29年3月改定版)」によればオーバーラップ率として60～90%以上*を確保することが記載されており、スマートフォンを用いる場合もこのラップ率を参考とすることが考えられます。なお、最近の三次元撮影を行うアプリケーションは、このような撮影をせずとも、画面上で撮影状況を確認できるようになっています。

※UAVを用いた公共測量マニュアル(平成29年3月改定版)、国土交通省国土地理院P26では、以下の重複度で撮影計画を策定することが記載されている。

- ・ 同一コース内の隣接写真との重複度 : 80%以上
 - ・ 撮影後に写真重複度の確認が困難な場合 : 90%以上
- ・ 隣接コースの写真との重複度 : 60%以上
 - ・ 撮影後に写真重複度の確認が困難な場合 : 60%以上

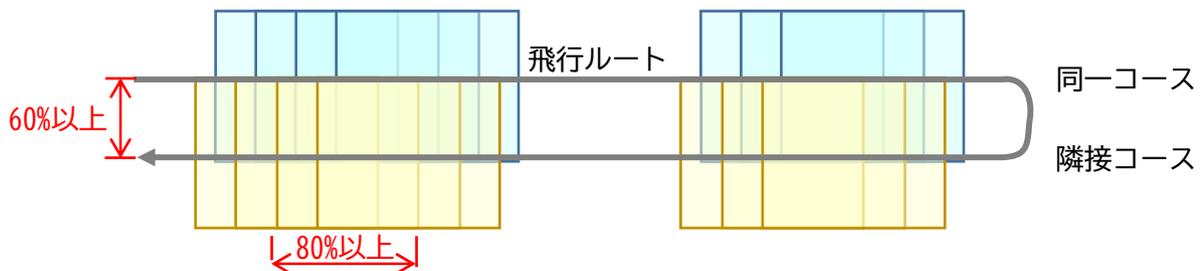


図3-15 オーバーラップ率のイメージ(UAVによる公共測量の場合)

□尺度を与えるための補正が必要です：三次元データは基本的に長さの次元を持っていませんので、標定点による補正が必要です。具体的にはP38 図4-4のように標定点を置きます。また、何らかの方法で標定点の中心点座標（X，Y，Z）を計測します（「4-10. 標定点の座標計測」参照）。三次元データをパソコンに取り込んだ後、撮影した標定点に計測した座標値を与えることで補正が行われます。標定点の設置間隔は、「地上写真測量（動画撮影型）を用いた 土工の出来高算出要領（案）」（令和2年3月 国土交通省）によれば、「撮影対象外縁に50mごとに1点以上の標定点を設置する。」とされています。一方で、あるメーカーは5mに1か所を推奨しています。標定点が欠測されることもありますので、撮影範囲の外縁部には、概ね5mに1か所程度設置することが望ましいと考えます。

□精度の確認は「検証点」を利用：三次元データの精度を確認するために検証点が必要と考えています。また、検証点の実測値の計測方法は4-10.を参考としてください。具体的には、標定点と同様に現地に目印を配置し、その座標を計測します。標定点を用いて補正した後の三次元データにおいて検証点座標を読み取り、これが実測値(真値)に対し±200mm以内であることが許容値となります。

【解説:LiDARによるレーザー測量について】

LiDARとは「light detection and ranging (光による検知と測距)」の頭文字をとった言葉です。レーザー光をパルス状に照射し、対象物に当たって跳ね返ってくるまでの時間差を計測し、距離や位置、形状を三次元で測定する機能です。

□i-Phone、i-Padの上位機種が対応：令和5年2月時点ではLiDARセンサーを搭載しているスマートフォン等はi-Phone・i-Padの一部上位モデルに限られています。



□撮影時はかなり近接する必要があります：最大照射距離は5mとされていますが、実際に使ってみると2～3mが限界です。

□LiDARでも原則補正が必要です：LiDAR単体では形状を取得するのみですので、別途カメラで画像を取得し、両者を合成することで見たと目で現地条件が再現された三次元データとなります。原理上、距離を計測し、スマートフォン等内部のIMUなどを用いて多少の補正を行いますが、撮影範囲が広くなれば誤差が大きくなっていくため、写真測量等と同様に補正は必要です。

※精度を求めない場合は省略しても構いません。詳細は「4-9. 標定点の座標計測」の参考-2を参照してください。

□反射する場所は撮影できません：なお、LiDARセンサーはレーザーのため、水面やガラス面等は反射してしまい計測ができません。水深が浅い場合は多少の計測は可能ですが、精度は確保できません。

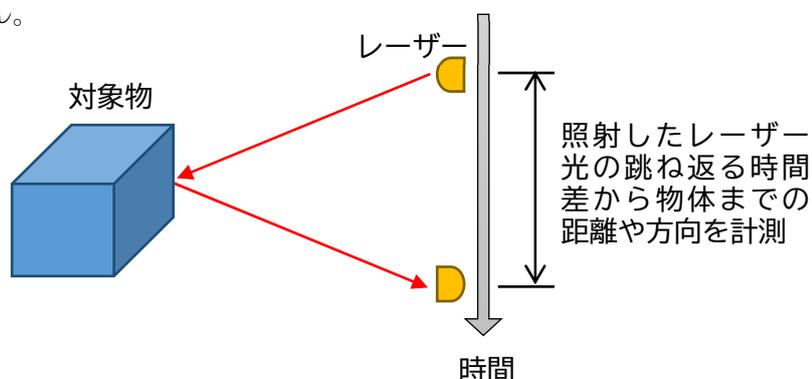


図3-16 LiDARの仕組み

3-5. 三次元データ作成に必要なアプリケーションと機器

三次元化のための撮影、撮影した写真等を三次元化する処理、パソコンでの閲覧、CADデータへの変換には専用のアプリケーションが必要です。アプリケーションによって機能や出力可能なデータ形式等は様々です。また、費用も無料・有償と様々です。
 また、現場ではスマートフォン等のほかに位置補正のための機器も必要になります。

【解説】

スマートフォン等を用いた三次元測量によるデータ作成の大まかな流れを下図に示します。

□外業は撮影と標定点の座標計測：現場での作業は、専用アプリケーションをインストールしたスマートフォン等での撮影のほか、位置補正のための座標計測が必要です。

□内業は位置補正と査定資料に使用するデータへの加工：撮影したデータや標定点の計測値を基に補正を行う作業、説明用の画像処理を行う作業、断面図や等高線図等の査定設計に必要なCADデータを作成する作業を行います。その処理を行うアプリケーションが必要です。



図 3-17 スマートフォン等を用いた三次元測量の作業の概要(アプリによっては手順・内容が異なる)

【参考-1：アプリケーションを用いずに三次元化する方法(連続写真または動画からの作成)】

写真測量等による三次元化はカメラさえあればアプリケーションを用いずに作成することもできます。ただし、前述のように隣接する写真がオーバーラップするように撮影する必要があり、撮影技術が要求されます。

一定の時間間隔で連続撮影する写真アプリや動画から一定の時間で写真を切り出す方法がありますが、試行調査を行った際には失敗も多く、画像解析に数時間以上の時間を要する等、災害の実務でアプリケーションを用いずに利用することは現実的ではありません。

【参考-2：有償のアプリと無償のアプリの違い】

□多くのアプリが公開されている：スマートフォン等で使用するアプリケーションも内業のパソコンで使用するアプリケーションのいずれも多くの種類が公開されています。また、有償・無償も様々です。有償版の契約方法は買い切り（最初にお金を払えばずっと使える）、月間契約のものがあります。金額も数百円から数万円と幅も広いです。

□用途も様々。土木に特化したアプリも：三次元は様々な分野で注目されていることから、たとえば3Dプリンターで制作するモデルの撮影、家具等の室内の器具の撮影、土木も含め広い範囲の撮影などです。土木分野では測量や土工管理等を目的としたアプリケーションが開発・販売されています。メーカー担当者に聞き取ると小規模な災害現場での活用も念頭に置いているようです。

□多用途向けアプリは視認性がよい：用途によっては視認性が重視されるためメッシュデータが作成されます。操作画面は英語が多いです。Google PlayやApple Storeからダウンロードできますが、説明書もありません。ただし、操作内容を紹介するサイトは多数存在しますし、使ってみればそれほど難しくありません。

□土木向けアプリは計測が強い：測量や土工管理を目的としており、LiDARセンサーとGNSS受信機等を活用した正確な計測を可能とするアプリが開発販売されています。ベンチャー企業のほか、大手建設会社等が販売しています。作成されるデータは基本点群データです。視認性を確保するために内業でメッシュ化するか、点群密度を増やすことで事実上メッシュと同じような視認性を確保する仕様となっています。

□「誰でも手軽に利用できる」観点から全ての作業を無償で完結させたい：災害査定に三次元測量を導入する大きな目的は作業の効率化、現場の負担軽減です。例えば数万円のアプリを複数のスマートフォン等に導入すればその支出が大きくなり導入も難しくなります。どのようなアプリケーションを採用するかはアプリケーションの機能、利用性、価格などから使用される方の判断となり、必ずしも有償がすべてにおいて優れるものではないため、それぞれのアプリケーションの長所や短所を踏まえて選択することが望ましいと考えられます。

3-6. 測量成果としての取扱い

スマートフォン等とアプリケーションを活用して取得した三次元データをもとに査定設計書に添付する図面や写真として利用することが可能ですが、公共的な測量成果として扱うのは今後の課題となります。

【解説】

スマートフォン等とアプリケーションを活用して取得した計測データは、検証点を設けて較差から精度管理を行うことはできますが、現段階では実績が少ないこと、測定の作業規程やこれに準ずるマニュアル等は作成されていないことから、公共的な測量成果とすることは今後の課題となります。

本マニュアルでは一部で「測量」という言葉を用いていますが、各機関が定めている測量作業規程に基づく「測量」と同じ扱いにはならないことに留意してください。

なお、検証点による精度の確認方法に係る参考資料は以下のとおりです。

- 空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
令和2年3月、国土交通省
- 地上写真測量（動画撮影型）を用いた土工の出来高算出要領（案）
令和2年3月、国土交通省

4. 三次元データの作成手順

4-1. 概要

被災した工種や規模などから、スマートフォン等による三次元データを活用する現場を選定します。この後、被災した現場における作業の安全性を配慮した体制（2名以上が望ましい）で撮影を行います。現地ではスマートフォン等による撮影のほか、取得した三次元データを補正する場合や使用するアプリケーションによっては、標定点の設置と座標計測が必要です。また、三次元データの画像のみで査定設計書の添付資料やこれを補足する資料を作成することは難しいと思われるため、湧水や起終点箇所の写真撮影などの補足が重要です。

【解説】

災害が発生した場合、まずは地域内における被害発生箇所や規模等を把握します。スマートフォン等による三次元データの活用は、小規模な法面被害や水路が適していると考えられるため、このような被害箇所を選定します。また、スマートフォン等を活用する現場の作業は大きく以下の作業が必要と考えます。

想定される現場作業

- ①被災内容の確認、被災原因の推定
- ②起終点や被災断面の位置の決定
- ③スマートフォン等による撮影（三次元測量）
- ④スマートフォン等の補正のための標定点の座標計測
- ⑤黒杭の設置、設置状況の写真撮影
- ⑥その他、査定時の説明に必要な写真撮影（三次元データでは表現できないクラック、湧水、水面下の土砂の堆積状況、被災した構造物の状況等）

4-2. 直営と委託の区分

スマートフォン等による三次元データの取得から査定設計書の作成までの作業は、必要な機材（アプリケーションやCADソフトなども含む）や一定程度の知識と経験があれば誰でも行うことはできますが、災害の規模や災害対応可能な人員と機材等の整備環境を踏まえて、直営と委託の作業範囲を明確にしておくことが重要です。

また、査定設計書を作成するにあたって、被災範囲の起終点や復旧方法を判断する方（以下「災害経験者」という。）が必要となりますが、市町村等では災害経験者が多くない現状もあることから、以下のパターンを参考に実施体制や作業の流れをあらかじめ検討しておくことが望ましいです。

次ページに、災害経験者が現地へ行き作業等を行いながら起終点等を決定する場合と災害経験者が三次元データの画像などから机上で起終点を決定する場合の2パターンを示します。これらを参考に被災箇所数、体制、緊急度に応じて実施体制を検討してください。

※4-3以降は作業手順の個々の項目について解説しますが、パターン①に沿って説明します。

パターン①（災害経験者が現地で起終点等を決定する場合）：災害経験者が現地で起終点などを決定し、同行者へ指示などを行いながら作業を実施する。

- 災害経験者が現地を確認したうえで的確に起終点の判断や撮影のポイントを示すことができるため作業の確実性が高い。
- 災害経験者が現地作業に拘束されるため、被害箇所が多い場合などは効率が低下する。



図3-17 スマートフォン等を用いた三次元測量の実施手順の例 パターン①
（災害経験者が現地へ行く場合）

パターン②（災害経験者が三次元データの画像により起終点等を決定する場合）：作業を行う者が現地へ出向いて三次元データを取得し、災害経験者が三次元データの画像から起終点や被災断面を決定する。

- 起終点位置等を判断できる技術者数が限られている場合に適用することが考えられる。
- 災害経験者は机上で作業を行うことができるため効率的であるが、現地の詳細が確認できないため確実性が低下する。
- 現地で安全や撮影範囲等を判断できる人が1名は帯同する必要がある。

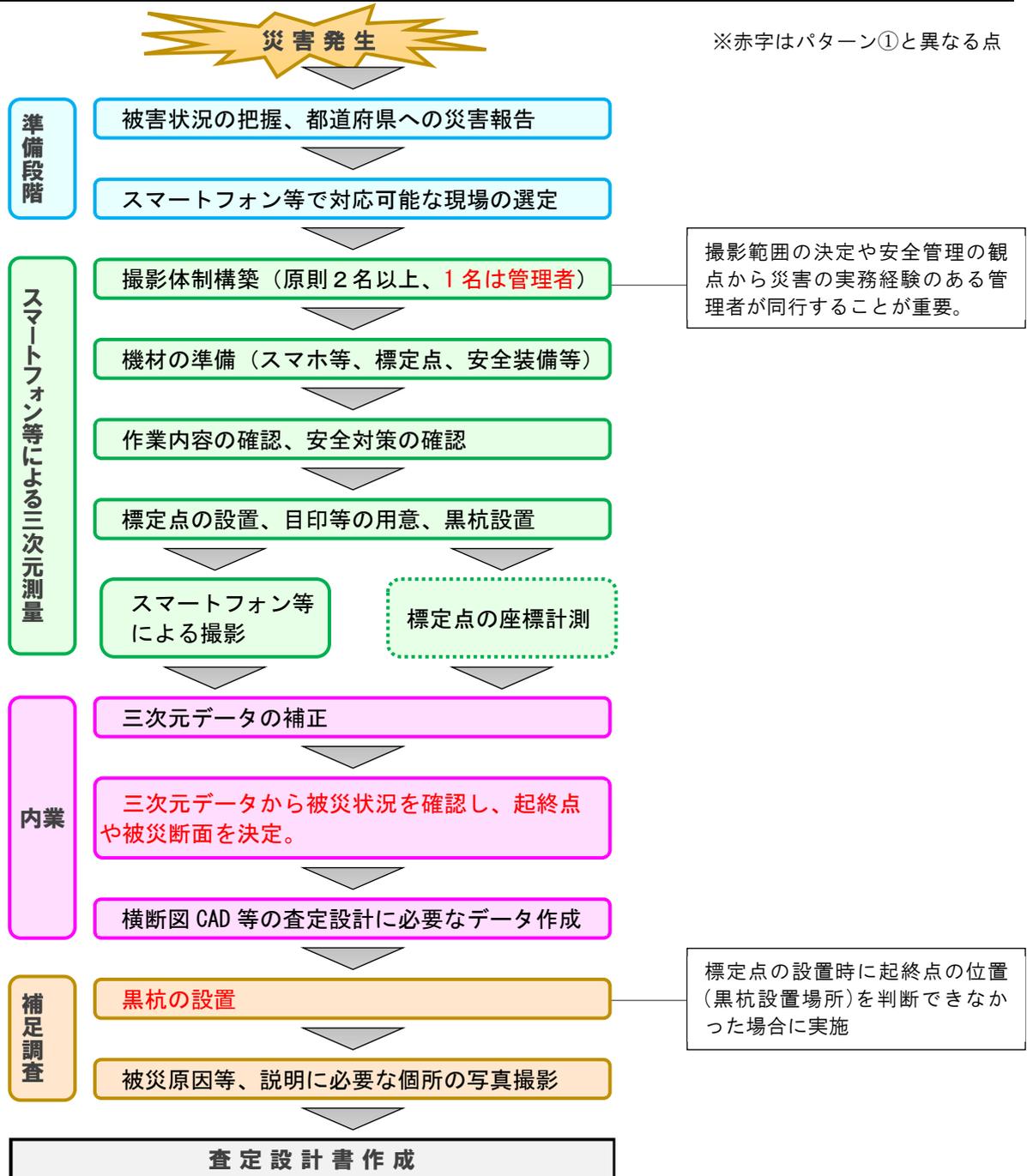


図3-18 スマートフォン等を用いた三次元測量の実施手順の例②
 （災害経験者が事務所などから指示する場合）

4－3. 準備段階

災害発生後に地域内の被害状況を把握した後は、被害状況・人員・機材・緊急性等を踏まえて適切に作業分担を考えつつ、スマートフォン等を用いた三次元データの活用を適用する現場と作業担当を決めていきます。

【解説】

スマートフォン等の画面を見ながら災害現場を歩く作業は危険を伴います。

例えば、被災面積の大きい農地や頭首工など規模が大きい施設の被災箇所は、委託業務で実施し、それ以外の比較的小規模な被災箇所では土砂崩落などの被災形状もシンプルな現場ではスマートフォン等を用いた三次元データの活用を適用することなどが考えられます。

4-4. 事前の状況把握と撮影方針・範囲の決定

被害状況、草刈等の事前準備の実施状況、安全性等を確認し、スマートフォン等での撮影が可能かを判断します。可能と判断した場合は撮影範囲を決定します。この作業は災害経験者が行い、三次元の撮影を行う方に具体的な作業の範囲などを指示することが望ましいです。

【解説】

- 現地条件から撮影方針を決める：対象となる災害現場の状況を確認し、撮影範囲や作業方針を決定します。可能であれば黒杭や撮影範囲の目印を設置しておくことで撮影作業者は間違いなく作業ができます。
- 業務委託する場合：作業を委託する場合は、発注者（自治体職員等）も同行して一緒に条件や対処方針を確認することで効率的に作業が進められます。
- 事前の確認事項：スマートフォン等による三次元データの取得などの現地作業を円滑かつ効率的に行うため、事前に確認しておくべき事項は以下のとおりです。事前事項のチェックリスト案を次ページに添付しますので、参考にしてください。

被災状況の把握

- ・被災場所
- ・被災内容
- ・被災原因

調査方法の判断 (スマホ等で撮影可能かを判断)

- 近接して撮影が可能か
- 撮影できる広さか
- 危険な場所はないか
- 撮影範囲に水面が多い現場ではないか
- 電波状況等、使用するアプリが対応できる場所か？
- 草刈の要否
(必要な場合は草刈範囲)

撮影者への指示(現場)

- 撮影範囲の四隅にリボン等で目印を設置
- 起終点杭の設置
(法肩、法尻)
- 用地境界杭の設置
- 用地境界線を着色
- 正常断面、被災断面のラインを着色
- 上記の結果をスケッチ写真撮影(作業員への指示書とし

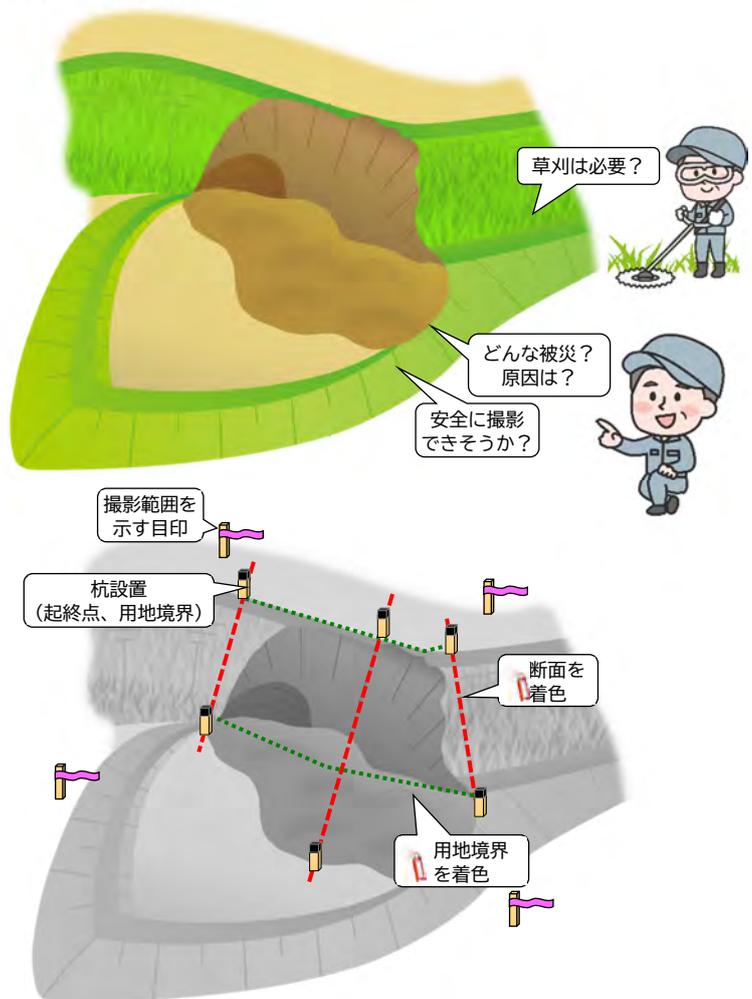


図4-1 事前の現場確認

現場チェックリスト（案）

被災場所	町 地内	確認者	確認日時	年 月 日 時
被災内容	<input type="checkbox"/> 農地の法面崩壊 <input type="checkbox"/> ため池の堤体の崩壊 <input type="checkbox"/> 農地への土砂の堆積 <input type="checkbox"/> 土砂崩壊による水路の閉塞 <input type="checkbox"/> 水路の流亡、周辺法面の崩壊 <input type="checkbox"/> その他 ()	起終点位置 被災断面の 設定	起点(上流側正常断面) <input type="checkbox"/> 黒杭No.	特記事項：
			被災断面1 <input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項：
			被災断面2 <input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項：
			被災断面3 <input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項：
			被災断面4 <input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項：
			終点(下流側正常断面) <input type="checkbox"/> 黒杭No.	特記事項：
発生要因	<input type="checkbox"/> 地表からの浸透水による崩壊 <input type="checkbox"/> 地下水位の上昇に伴う崩壊 <input type="checkbox"/> 地震動による崩壊 <input type="checkbox"/> その他 ()	用地境界	法肩側(または左岸側) <input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項：
			法尻側(または右岸側) <input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項：
			その他	
草刈可否	<input type="checkbox"/> 正常断面取得予定位置の法面等が露出しているか <input type="checkbox"/> 被災断面の法肩、法裾の健全部が露出しているか <input type="checkbox"/> その他 ()	スマホ撮影の可否 <input type="checkbox"/> 可 <input type="checkbox"/> 不可	<input type="checkbox"/> 安全に撮影可能か <input type="checkbox"/> 5 m程度まで近接可能か <input type="checkbox"/> 概ね5 m×5 m程度か <input type="checkbox"/> (水路の場合) 断面を取得位置に流水や水たまりがないか <input type="checkbox"/> 携帯電話の圏内か <input type="checkbox"/> GNSSを用いる場合、森林等の遮蔽物が近接していないか	撮影者への引継ぎ事項
被災状況スケッチ(起終点、断面設定位置、別途写真撮影が必要な箇所、危険箇所等をメモ)			被災断面スケッチ(被災形状、原因等をメモ)	

※書ききれない場合は裏面に記載

4-5. 現場作業の体制構築

事前の下見の結果を基に、作業する方に作業内容を指示します。

現場の作業は安全性の面から2名以上での行動が基本と考えています。現場の作業においては、安全性や作業手順などを統括する方を配置し安全性を確保することとし、万が一に事故が発生した際も速やかに応急的な対応や連絡が可能な体制の下で作業を進めてください。

【解説】

□災害現場は危険がいっぱい：災害発生場所には二次災害の危険があります。特に実務経験が少ない方は、立ち入ってよい場所といけない場所の判断ができない可能性があります。また、普段は事務作業が主体の方は現場作業に対応できる体力がない場合もあります。

□撮影しながらの移動も危険：スマートフォン等での撮影作業時は、どうしてもスマホの撮影画面と足元の両方を気にしながら移動する必要があります。スマホの画面は広角レンズであったとしても実際の視界に比べれば見える範囲は限定的です。

□人手が足りずとも2名以上で！：このようなことから、スマートフォン等による撮影作業は「危険を伴うことがある作業」であることを十分に認識して作業を進めてください。撮影自体は1名でも可能ですが、安全面を考えれば2名以上で行動する必要があります。



図4-2 現場と事務所の体制イメージ

4-6. 機材等の用意

スマートフォン等の他、安全装備、あると便利な道具等を用意します。

【解説】

以下の道具が必要です。■は必須、□はあると便利な道具です。

①安全に作業するために



■ヘルメット



■長靴、安全靴等



■軍手等

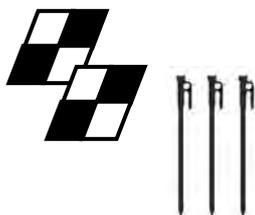
図4-3-1 安全の観点から必要な道具の例

②スマートフォン等のほかに用意するもの

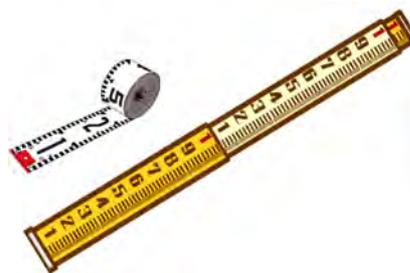
- 下見をした災害経験者等からの指示事項メモ
- 被災箇所的位置図、航空写真等(メモ用)
- 位置補正のための標定点(固定用のペグ・釘)
- その他目印となるもの(リボンテープ、スタッフ、現場着色用のスプレー等)
- 座標計測が可能な器具(トータルステーション、簡易なGNSS受信機等)
- 自撮り棒、ストラップ
- スマートフォン等の予備バッテリー



位置図、メモ等



標定点と固定具(ペグ等)



距離の目安となるスタッフ等



スプレー等



座標計測器具(トータルステーション等)



自撮り棒、ストラップ



予備のモバイルバッテリー



草刈り機

図4-3-2 現場作業に必要な道具の例

4-7. 現場での作業内容確認、安全対策の確認

現場に着いたら、まず作業する方自身の目で、下見をした方からの指示等を確認したうえでKY（危険予知）活動を行い、安全に十分に配慮してから作業に着手することが重要です。危険や不安を感じた場合は、本作業の責任者などに対応を協議し、安全と判断できた時のみ作業に着手してください。

また、作業前において、湧水や法面崩落の深掘れ箇所など、周辺と異なるような状況の有無を確認し、作業における安全性の確保や査定時の説明資料として補足する写真（補足）の撮影箇所を計画しておきます。

【解説】

作業を行う前に災害査定時に説明する観点で必要な情報をもれなく取得するために必要な作業を再確認します。

また、安全に作業を行うため、下見をした方からの注意事項のみならず作業を行う方同士で危険予測等を行うKY活動等を実践し、危険を回避できる作業手順を確認してから作業に移行します。

4-8. 標定点と目印の設置

内業時に行う位置補正の既知点情報として、現地に座標を測定する標定点を設置します。
また、現地において用地境界や被災範囲などをスプレーで明確にし、長さの目安としてスタッフを設置しておくこと、三次元データの画像を基に行う内業の作業が行いやすくなるほか、査定設計書に添付する被災写真として現地の状況説明が容易になります。

【解説】

□位置補正の起点となる標定点：内業時に行う位置補正の既知点情報として、現地に座標がわかる標定点を設置します。

□欠測することがあるため、外縁部には5 mに1か所程度の間隔で、目立つ場所に標定点を配置します。

□標定点は釘やペグ等で固定し、風等で飛ばないようにします（「4-10. 標定点の座標計測」も参照）。

□管理を容易にするために番号を振ります。

□内業効率化、画像の見え目向上のための目印設置：三次元データを作成した後、被災延長の計測や被災断面図の作成を行う場合、三次元画像が少しでも不鮮明だとその場所を見つけることが難しくなります。このため、以下のような目印を現地に用意し、目印も撮影することが有効と考えます。

□黒杭を設置する。

□用地境界ライン、被災範囲の外周、正常断面や被災断面をスプレー等で明示します。

※上記項目ごとにスプレーの色を決めておくことが望ましい。

□長さの目安となるよう、スタッフを配置します。

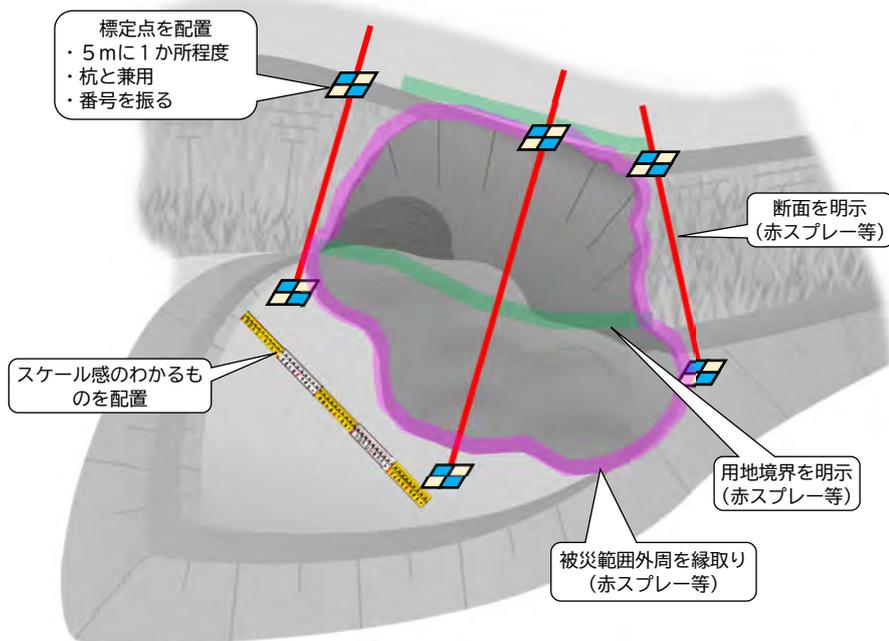


図4-4 標定点と目印の設置イメージ

ここがポイント

- 📍 **標定点は目印と兼用できるように配置する**：被災範囲の外周を赤スプレーなどで着色しておくこと、作業する方が撮影範囲を認識しやすくなります。また、内業でのパソコン作業でも目印となり作業の効率化につながります。
- 📍 **標定点はなるべくたくさん設置する**：内業時に使用するアプリケーションにもよりますが、できれば4か所以上の標定点が“映っている”ことが重要です。標定点を撮影したつもりでも撮影漏れ(欠測)となっている場合があります。このため、標定点は多めに設置しておくことが確実です。
- 📍 **設置場所を位置図にメモする**：内業時に標定点座標を基に位置合わせを行いますが、どの場所に何番の標定点を置いたのかわからないと補正作業時に混乱します。このため、予め航空又は衛星写真の出力を持参し、設置した場所をメモしておくことと後の作業で役に立ちます。またはスマホの地図アプリの機能を用いて記録しても構いません。

ここに注意

- 📍 **標定点の大きさは最低でも10cm×10cm以上、できればもう少し大きく**：本マニュアル作成に当たっては10cm×10cmの大きさの標定点を設置しました。撮影者は標定点を必ず撮影するように意識しながら撮影しましたが、それでも欠測が生じました。一方で、ドローン計測用に用意した30cm×30cmの標定点はほぼ欠測がありませんでした。標定点が大きすぎると被災箇所を隠してしまいがちですが、標定点の大きさは10～30cmの範囲で作成すると欠測が少なくなります。
- 📍 **細い赤白ポールも三次元化されにくい**：赤白ポールを三次元化すると、下図のように画像のように歪んだり一部が欠測してしまう場合があります。このため、スタッフやリボンテープは極力、太いスタッフやリボンテープを使用することが望ましいです。



(参考図) 歪みや欠測が生じているポール、スタッフの三次元画像

4-9. 撮影

(1) 撮影の基本

災害査定の説明において必要な情報（被災範囲を特定するなど）を得ることを意識して撮影範囲を設定し、なるべくきれいな画像が得られるように歩き方等に注意して撮影してください。

【解説】

撮影は使用するスマートフォン等のアプリケーションの指示に従いつつ、なるべく「カニ歩き（平行移動）」・「一筆書き」・「被災範囲周辺の健全部（未被災部分）も含め」撮影してください。

ここがポイント

📍 **端部は欠測が出やすい**：情報が欲しい範囲の外側まで撮影することが重要です。

📍 **復旧の設計に必要な情報を撮影する**：設計では健全部（未被災部分）との擦付け等も考える必要があります。下図の場合、横断面図作成には法肩側（上側）と法尻側（下側）の両方の田面高の情報が必要です。このため、被災範囲よりも外側も撮影する必要があります。

以上より、被災範囲から最低2～3m離れた場所まで撮影しておくで安心です。

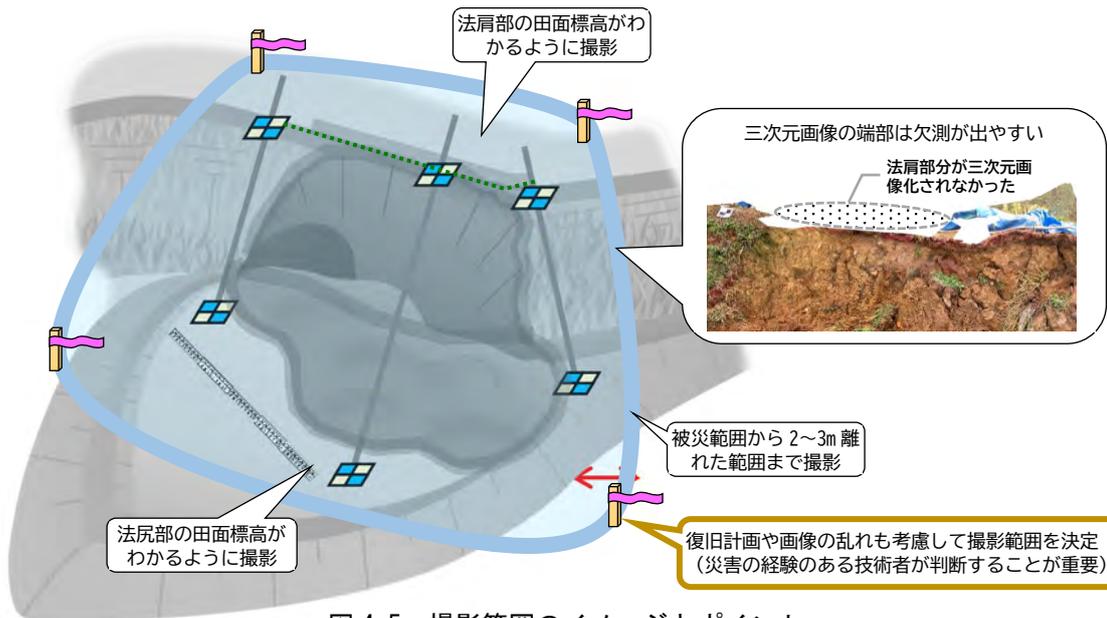


図 4-5 撮影範囲のイメージとポイント

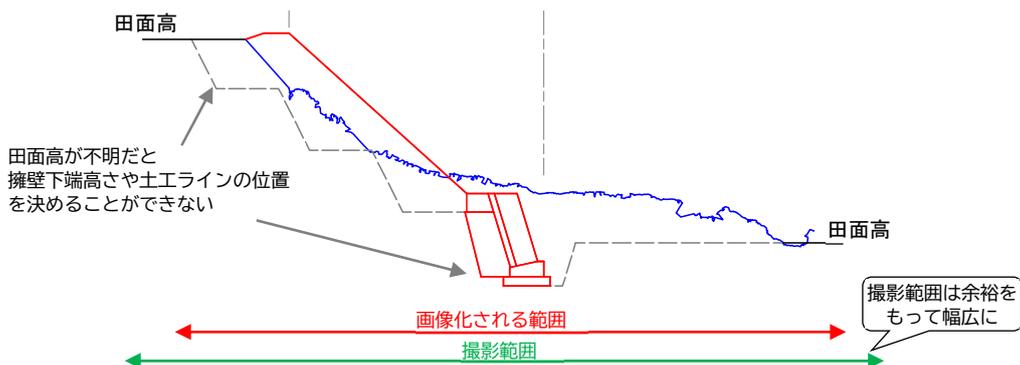


図 4-6 復旧断面図作成にあたって必要な情報と撮影範囲のイメージ

ここがポイント

📍 **カニ歩き&一筆書きが基本**：使用するアプリケーションにもよりますが、なるべくカメラの角度を変えず体を平行移動させる“カニ歩き”で撮影します。現場条件でカニ歩きが難しい場合は、「の」の字を書くように歩くことも考えられます。

📍 **同じ場所を何度もスキャンしない**：同じ場所を何度もスキャンするとデータが二重化される場合があります。アプリケーションによってこの現象の生じやすさは異なります。

📍 **段差を上り下りする時などは撮影を一時停止**：このような時はどうしても移動に集中するため、カメラがおかしな方向を向いている可能性があります。これが三次元画像を作成するときのノイズになりかねません。このような場合には、一時停止機能がありますので一旦撮影を中断してから再開することで回避できます。ただし、アプリケーションによっては一時停止機能の設定がない場合もありますので、注意してください。

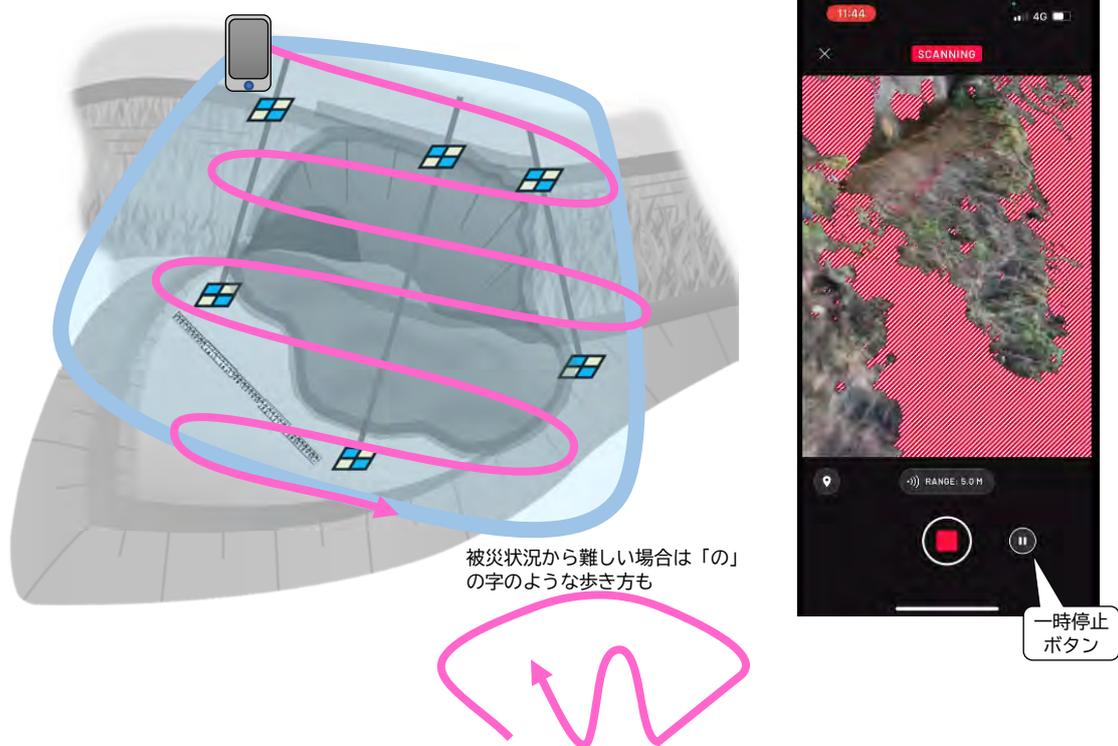


図 4-7 撮影時の歩き方のイメージ

ここがポイント

📍 **撮影結果はなるべくその場で確認**：使用するアプリケーションや通信環境にもよりますが、スマートフォン等の画面上で三次元データの作成状況を確認し、欠測などの不足があれば追加の撮影を行います。

📍 **複数回に分けて作成したデータの合成は可能。ただし、共通の座標系であること**：欠測があった場合、最初から全範囲を撮影しても構いませんが、それだと時間を要する、危険である場合には、欠測範囲に限定して撮影しても構いません。同じ座標系で補正すれば内業時に合成することができます。その場合は補正できるように欠測箇所だけでなく、周辺の標定点を4点以上撮影するようにしてください。

(2) 安全管理

足元の悪い災害現場を歩く必要があり、作業員の安全に配慮する必要があります。

【解説】

三次元測定の撮影中は、スマートフォン等の画面を見ながら歩くこととなります。ある程度広角のレンズであっても人間の視界に比べればかなり限られた範囲です。本マニュアル作成時に行った試行調査では、参加した全員が危険を感じることもあり、撮影中につまづくこともありました。

また、参加した若手技術者からは「私は現場の経験が少ないため、この場所に近づいていいのか判断に迷った」という感想もありました。スマートフォン等はだれでも簡単に撮影できるという利点がありますが、危険と隣り合わせであることも忘れずに作業する必要があります。

特に災害現場に慣れていない人に撮影を依頼する場合は、

- 危険の判断ができる人が事前に現地を見て注意点を確認すること
(結果によっては災害現場に慣れていない人は派遣しない)
- 危険の判断ができる人とペアで作業すること
- 平常時に訓練を行うこと

等が考えられます。



図 4-8 撮影中のスマートフォン等の画面の例(視界が狭い)



図 4-9 足場の悪い場所での撮影風景

また、現地において有効と考えられる事項は以下のとおりです。

- 自撮り棒の活用：手が届かない場所も撮影できるため、足を使っての移動量を抑制できる
- ストラップの設置：万が一落としてしまった場合に壊れてしまうことを防止



図 4-10 自撮り棒を利用した撮影

4-10. 標定点の座標計測

以下のような場合には、設置した標定点のX, Y, Z座標を測量機器等により計測します。
(三次元データを処理する際に、この測量機器等により計測した結果を反映させます。)

- ① 計測する三次元データに尺度が無い(延長等を「m単位」などで表せない)アプリケーションを使用する場合
- ② 計測する三次元データに尺度がある場合(延長等が「m単位」などで表せる)アプリケーションを使用する場合で、精度を確保したい場合
- ③ 三次元データに水路中心座標等の情報を合成したいとき
- ④ 計測した三次元データを公共座標系で処理したい場合

【解説 ①②について】

標定点の中心点の座標を計測・記録します。(三次元データを公共座標系にしない場合は任意座標でかまいません。)

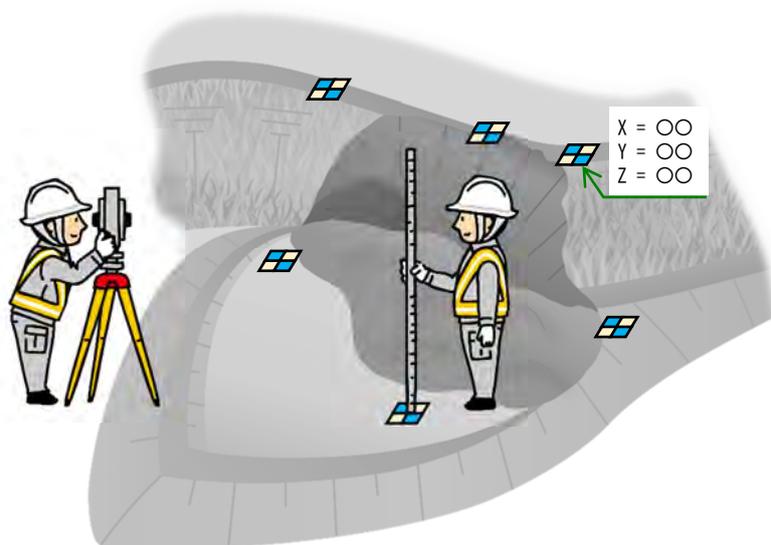


図4-11 標定点の座標計測イメージ

□アプリによっては標定点の測量は不要と判断することも：アプリケーションによってはLiDAR機能やその他独自の技術により一定程度の長さを計測する機能を有しています。このような機能を使用することで上記の標定点の計測を省略することが可能です。ただし、この機能には限界があり、撮影範囲が広くなれば誤差も大きくなります。このため、誤差がなるべく生じないように復旧計画を策定したい場合、水路のように延長が長い場合等は、アプリケーションにかかわらず補正のための計測を行うことが望ましいと考えます。

□現地で何らかの長さを計測し簡単に検証することも考えられます：補正の要否について判断でない場合は、撮影時に標定点間の延長を巻き尺などで測っておき、三次元化データ作成後にその延長の再現性を確認、誤差がある場合は標定点の座標計測を指示するといった運用も考えられます。

災害発生前に身近な場所でアプリケーションを使ってみて、誤差の発生程度を確認しておくことも有効です。



図4-12 補正要否の検証イメージ 標定点の座標計測イメージ

【参考-1】安価なGNSS受信機を活用し簡単に座標を計測

最近では10万円以下の安価なGNSS受信機が販売されています。一部は国土地理院の1級GNSS測量機に登録されています。衛星からのデータと合わせて携帯電話キャリアが提供する位置情報補正サービスの2種類を基に高い精度の測位をリアルタイムで行うことが可能です。

右図のようにGNSSを標定点の中心に配置し、携帯電話で座標を読み取り・記録します。この方法で計測される座標は公共座標で標高はTP標高(東京湾平均海面)になります。



図4-13 安価なGNSS(ビズステーション(株) RWP)と作業風景



図4-14 位置情報補正サービスの例 (NTTドコモの例)

【本システムを利用する際の留意点】

特に山間部の多い市町村での使用に当たっては注意が必要です。

- 携帯電話会社のサービス圏内であること：山間部の農地・農業用施設の被災現場は圏外であることもあるため、事前に確認が必要です。
- 森林等の遮蔽物でZ高さに誤差が出る：あるメーカーのサイトでは、最低でも仰角15°以上に何も無いことが必要と記載されています。試行調査においても、山林の近傍では数十cmの誤差が発生しました。

【他の用途への活用】

本システムを利用して、以下のような活用により作業負荷の軽減を図ることが考えられます。

- 水張面積の算定：水田の端点の座標を計測し、GIS等で図化し航空写真と重ねることで水張面積を算定することができます。XYについては誤差が少ないため、山間部であっても利用できます。
- 横断面図の取得：主要な断面変化点等でXYZ座標を計測し、CADでつなげば横断面図になります。水があって三次元測量では計測できないような場所での活用が考えられます。

【参考-2】補正作業の簡略化または省略

前述した安価なGNSS受信機の購入が難しい場合や誤差が心配な場合は、トータルステーションを用いての計測になります。この方法は確実である一方で、測量業者の確保が必要になります。測量業者がほかの大規模現場の作業を優先する必要がある場合等は、標定点の計測ができないために作業が遅れることにもなりかねません。

以下に代案と試行結果を示していますが、スタッフを標定点の代わりにして補正を行う手法は誤差が大きくこれを採用することができません。また、試行した結果では補正を行っても行わなくとも、測量成果に対する誤差は大きく変わりませんでした。このため、いずれのアプリケーションを用いた場合であっても、従来の測量に対しては一定程度の誤差が生じることから、災害査定申請においてはアプリケーションによる三次元データを活用して作成した査定設計書であることを明言する必要があります。

❶ **スタッフを標定点の代わりにする**：現場にスタッフを置き、その長さを基に補正を試行しました。この結果では、補正を行わない場合よりも従来の測量に対して誤差が大きく生じました。

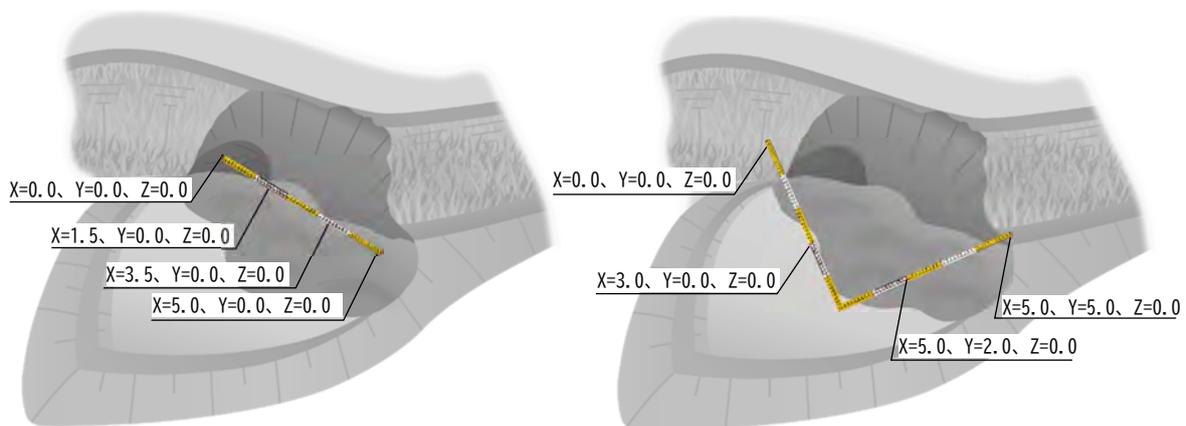


図4-15 標定点代わりにのスタッフ配置例

❷ **補正そのものをしない(高精度なアプリケーションを利用する)**：LiDAR機能を利用したアプリケーションを利用する方法やLiDARなしでもある程度距離を補正できるアプリケーションを利用すれば、ある程度の精度で計測ができます。

右図はScaniverseというフリーソフトを用いて撮影し、スマートフォン等のアプリ上で長さを計測した画像です。このアプリケーションはLiDAR搭載機種ではLiDARを用いて自動補正を行います。非搭載機種では2Dカメラの画像から3Dの奥行を推測するとともに、カメラを動かすことで3D形状をより正確に判断できるManyDepth技術を用いてかなり精度よく補正されます。



【検証】

平板測量成果における点間距離を正とし、

- ① 標定点の計測座標による補正を行った場合
- ② スタッフで補正した場合
- ③ LiDAR を用いた場合

で、下図の2点間距離の計測値で比較しました。

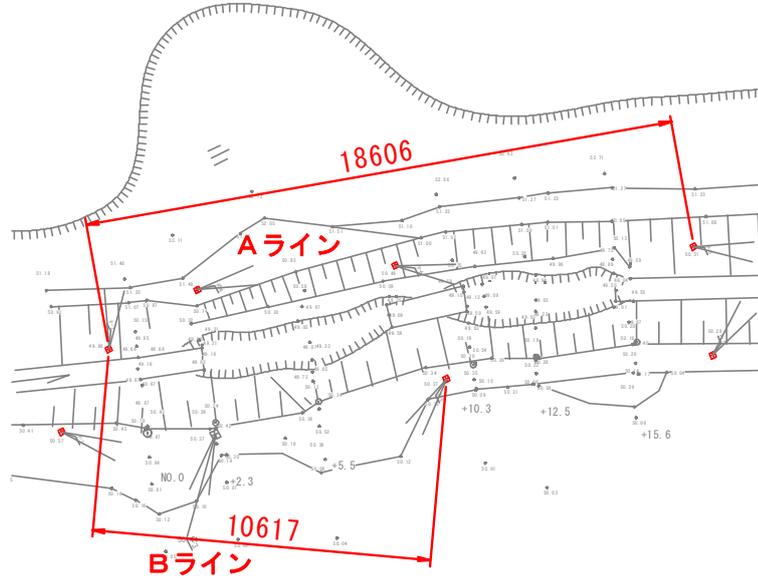


図 4-16 補正精度の比較用距離(平板測量成果)

LiDAR や ManyDepth 機能を用いれば、補正をせずとも 1%以下の高精度で補正ができています。これらの機能を持たないアプリであればスタッフでの補正も考えられますが、誤差は大きく残ります。

表 4-1 補正精度の検証結果

アプリ	項目	Aライン：18.606m			Bライン：10.617m		
		①座標値 で補正	②スタッフ 補正	補正なし	座標値 で補正	スタッフ 補正	補正なし
写真測量 (Scaniverce)	計測値(m)	18.765	19.151	18.756	10.514	10.725	10.507
	誤差(mm)	159	545	151	103	108	110
ManyDepth 技術	誤差(%)	0.9%	2.9%	0.8%	1.0%	1.0%	1.0%
③LiDAR アプリ① (Scaniverce)	計測値(m)	18.569	18.500	18.56	10.703	10.657	10.692
	誤差(mm)	37	106	42	86	40	75
	誤差(%)	0.2%	0.6%	0.2%	0.8%	0.4%	0.7%
③LiDAR アプリ② (Pix4DCatch)	計測値(m)	—	—	18.672	—	—	10.681
	誤差(mm)	—	—	66	—	—	64
	誤差(%)	—	—	0.4%	—	—	0.6%

【解説 ③について】

農業用施設(水路)等の復旧設計に当たっては、水路の平面図、縦断図、横断図の作成が必要になります。その際には、初めに中心線を設定する必要があります。三次元測量で作成した地形図では、等高線の情報しかなく水路の位置を知ることは困難です。

このため、被災範囲上下流の水路の中心座標と敷高は計測し、三次元画像と合成する作業が必要となります。合成するためには三次元画像と水路の座標・敷高は同じ次元の情報とする必要がありますので、標定点の座標計測が必要になります。

三次元測量：水路中心線の特定が困難



地形測量：水路端部が図化されており、中心線の特定が容易



図 4-17 水路中心線の設定について

【解説 ④について】

現場の状況から公共座標での整理が必要な場合はGNSS受信機等を活用した標定点座標の計測が必要です。

公共座標が有効な例として、災害復旧にかかわる工事業者の意見を紹介します。『大雨等により多くの場所で同様の法面崩壊が発生した場合等は、類似した現場が多いため受注した現場を探すことが難しく、公共座標で位置が示してあると探しやすい』とのことでした。

4-1-1. その他の補足調査

査定計画書の添付に必要な写真や、復旧計画の設計に当たり三次元画像では不足する情報等を調査します。

【解説】

これまでも述べたように、細部の画像が不鮮明になることへの対処、水路の規格や中心線、排土する土砂厚さ等を調査し、必要な写真撮影を行います。



図4-18 起終点の設定写真の例



図4-19 被災した構造物の拡大写真の例



図4-20 堆積土砂厚の計測例



図4-21 崩壊面からの湧水発生状況の例

4-12. 内業

作成された三次元データに長さの次元を持っていないアプリケーションを使用する場合、極力精度を向上したい場合、または三次元データの座標を公共座標にしたい場合には標定点の座標情報等を補正する作業が必要です。その後、断面図や等高線を作成します。

【解説】

撮影した標定点を基に位置補正を行います。補正方法は、使用するアプリケーション等によって異なります。ここでは、三次元データのうち、メッシュデータであるOBJ形式のファイルの位置補正、補正後のデータからの断面図や等高線の作成の流れを示します。

各アプリケーションの使用方法的詳細は、各アプリケーションの提供サイトやメーカーに相談してください。

(1) 位置補正 (CloudCompareを使用した場合)

- ①スマートフォン等で撮影した三次元データをメッシュデータ(OBJ)でエクスポート
- ②エクスポートしたOBJファイルをパソコンに移行し、補正ソフトで開く
- ③補正する座標系と軸方向を合わせる作業
- ④位置補正のコマンドを実行
 - ・ 標定点の一つを選び、中心部分をクリック
 - ・ 補正後の座標を入力
 - ・ この作業を対象標定点すべてで繰り返す(最低4点以上)
 - ・ 補正を実行

(2) 断面図の作成

- ①断面を取得したい場所の片端をクリック
 - ②反対側の端部をクリック
 - ③横断面作成コマンドを実行
 - ④CADデータ(DXF等)でエクスポート
- ※断面取得位置を座標で指定することも可能です。

(3) 等高線図の作成

- ①等高線作成コマンドを実行
- ②等高線間隔を指定、実効
- ③CADデータ(DXF等)でエクスポート
- ④CADで編集

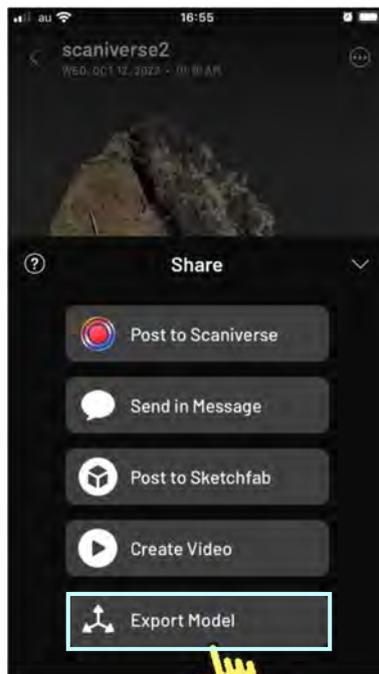
位置補正

①スマートフォン等で撮影した三次元データをメッシュデータ (OBJ) でエクスポート

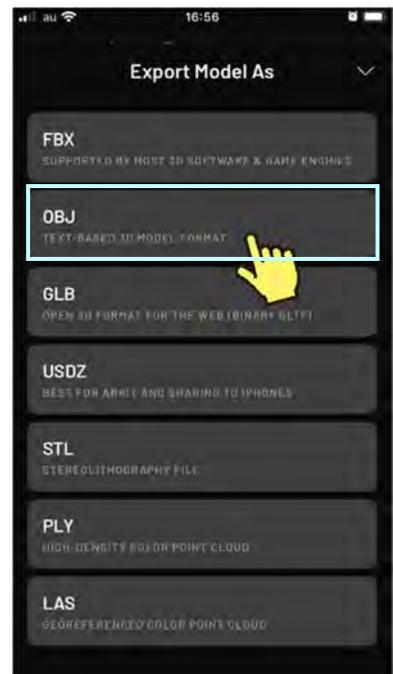
スマートフォン等の画面上で以下の操作をします。下記はScaniverseの操作画面で例示しています。



「SHARE」をタップ



「Export Model」をタップ

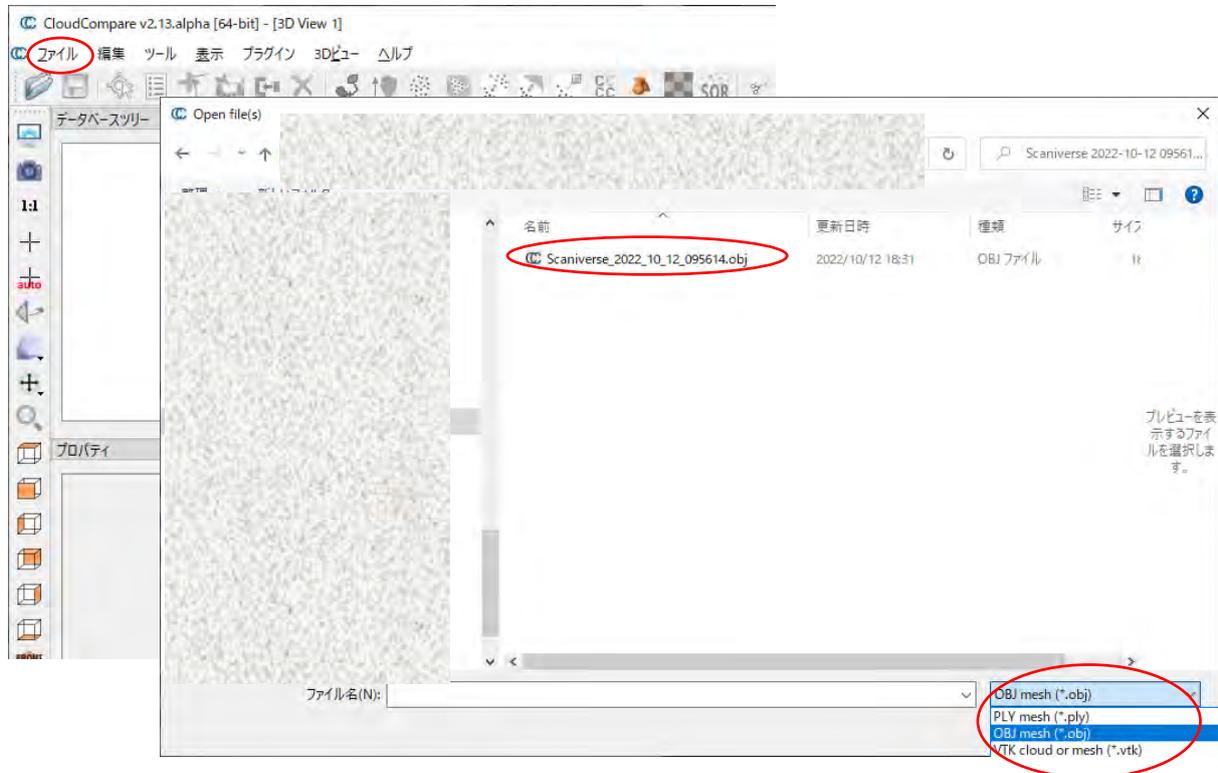


「OBJ」を選択、パソコンに送信

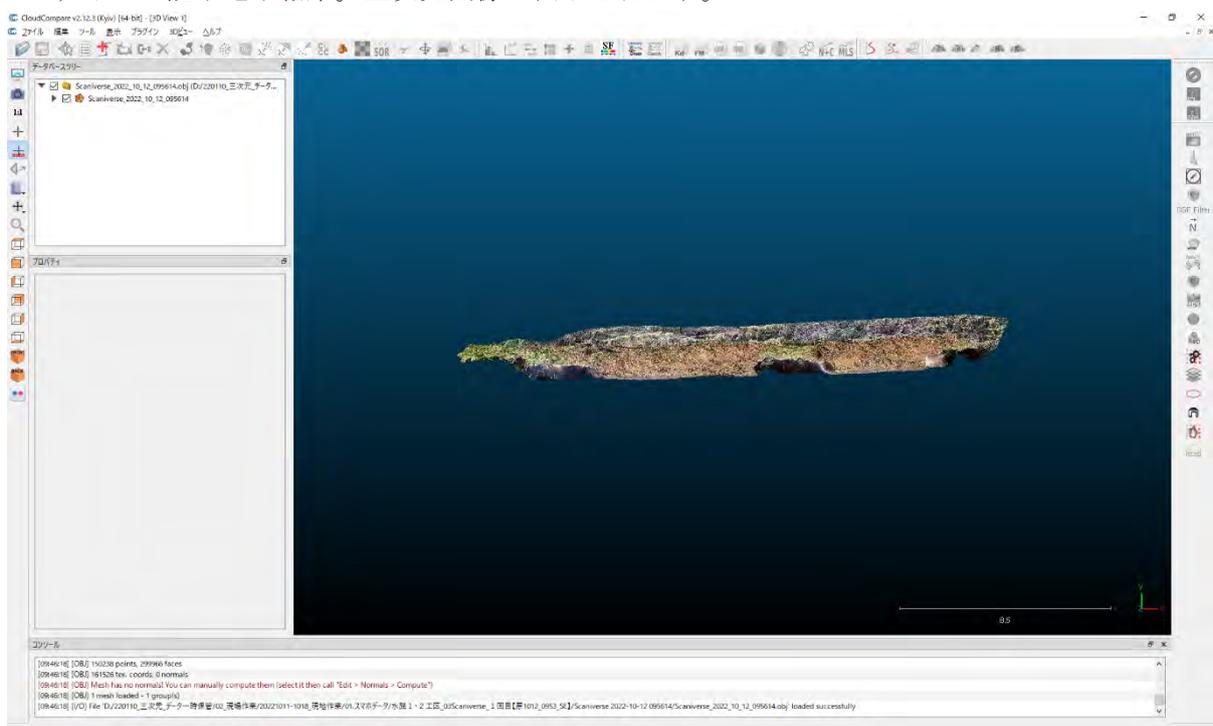
②エクスポートしたOBJファイルをパソコンに移行し、補正ソフトで開く

(CloudComparever2.13を使用した場合)

「ファイル」→「開く」でOBJファイルを開きます。



ファイルの読み込み結果。三次元画像が表示されます。

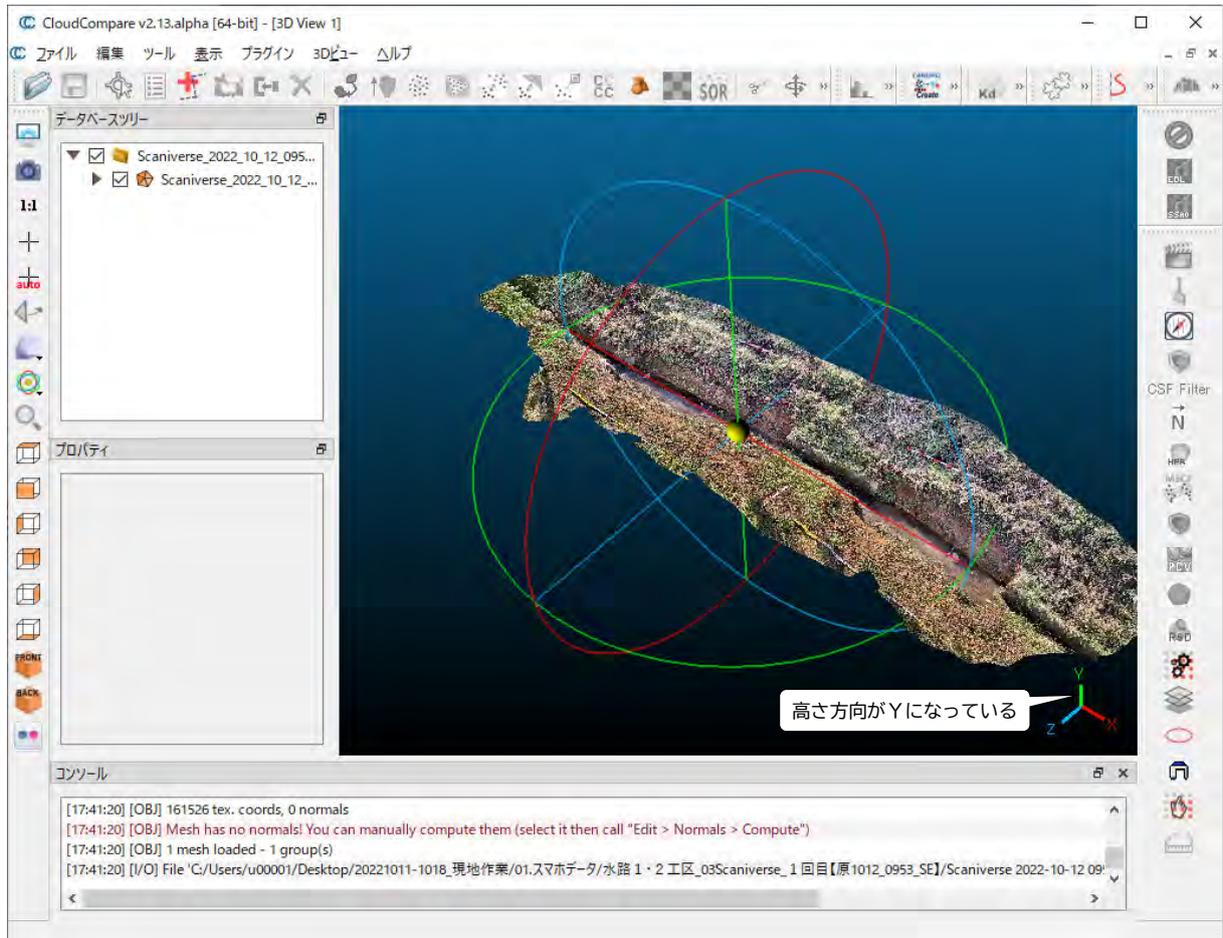


③補正する座標系と軸方向を合わせる作業

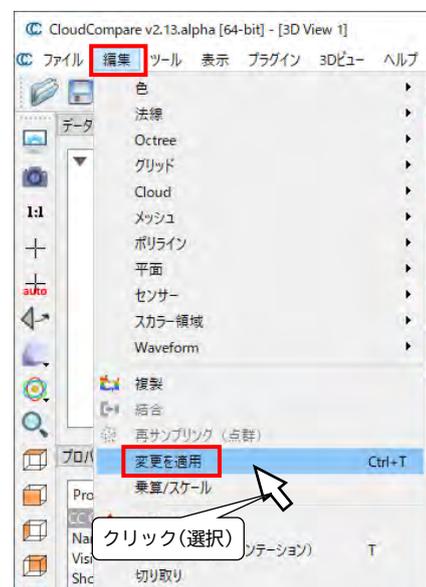
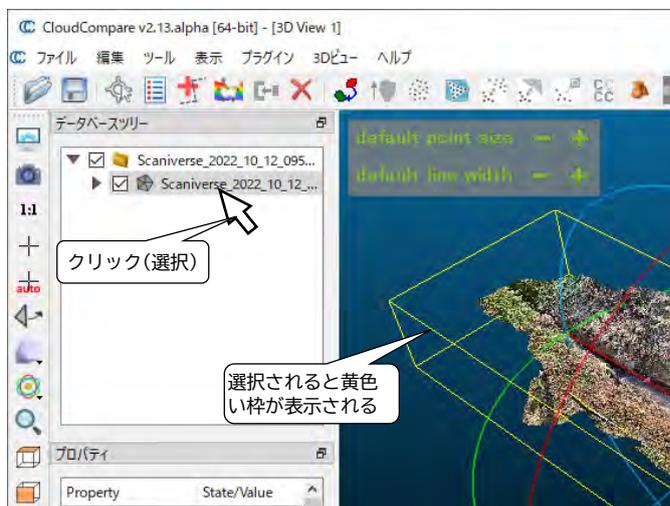
読み込んだファイルのXYZと実際の方向の違いを確認してください。

今回使用するアプリではY方向が高さとなっているため、XYが平面方向でZが高さの軸に修正することで、補正する座標系と次元を合わせます。

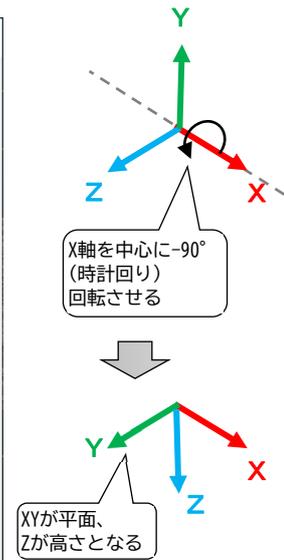
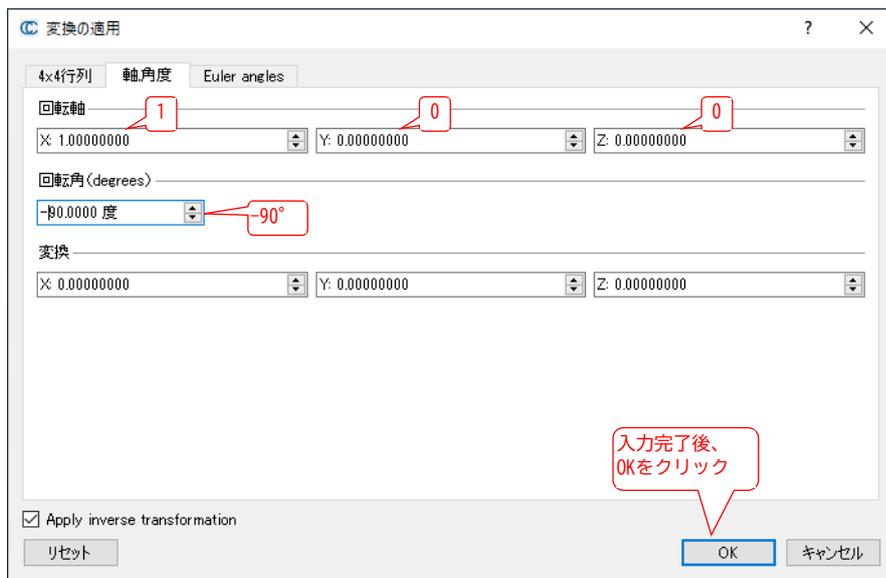
X : 横、Y : 高さ、Z : 奥行き → X : 横、Y : 縦、Z : 高さ



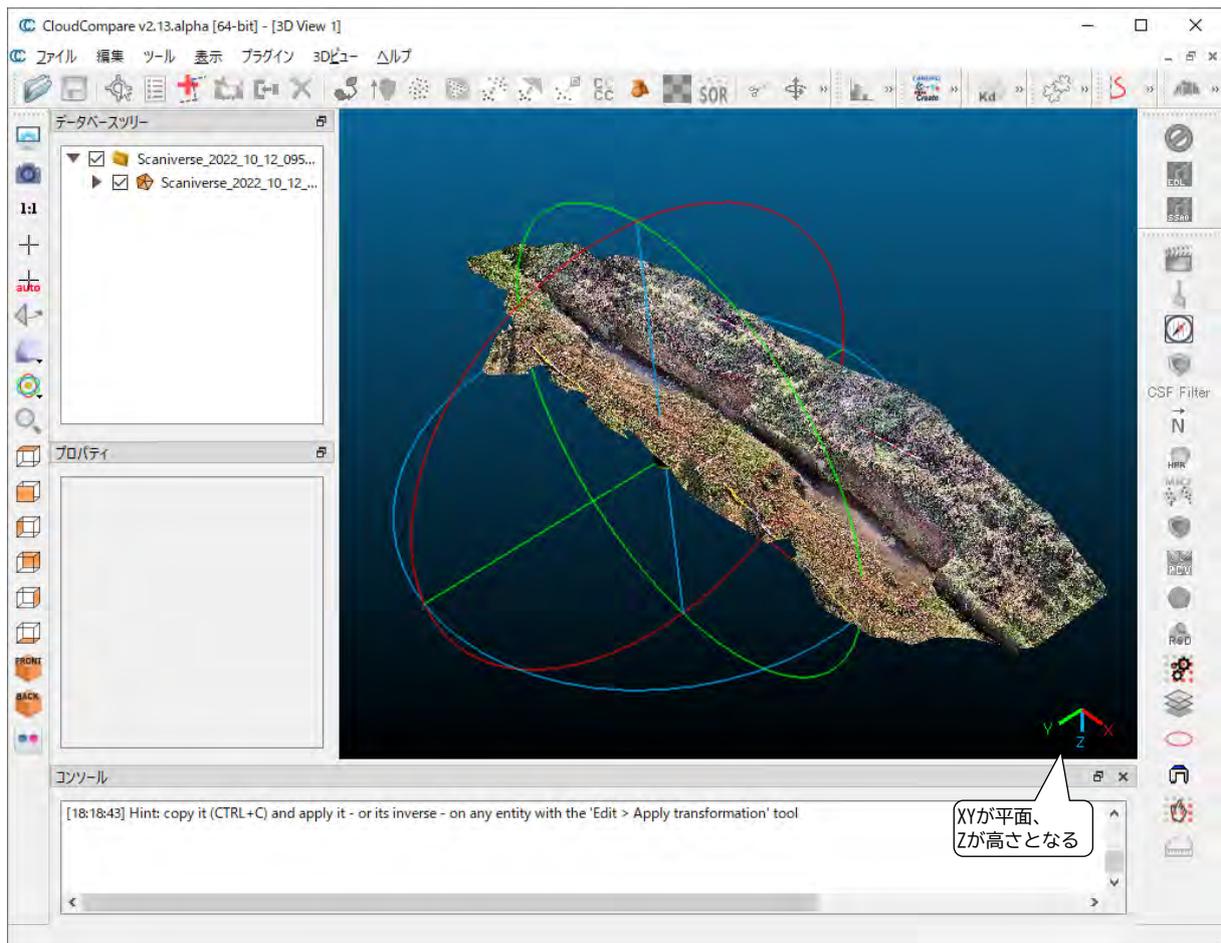
読み込んだオブジェクトを選択し、「編集」→「変更の適用」をクリック



X軸を回転軸とし(Xに1、その他に0を入力)、 -90° 回転させる。



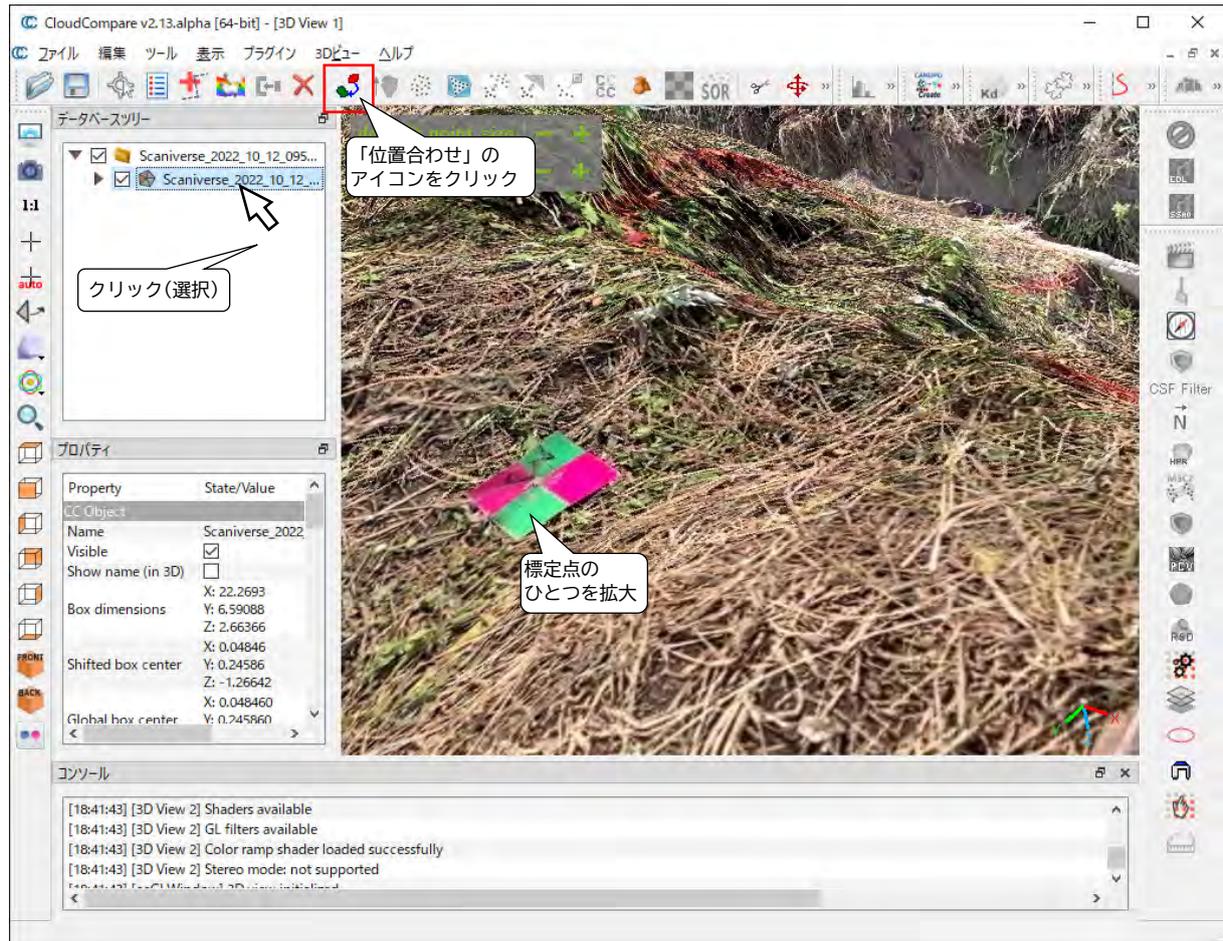
軸の修正結果



④位置補正のコマンドを実行

□補正値の座標系を確認：上記③の補正は数学座標系に補正されています。測量座標系ではXとYが逆になります。標定点を数学座標系で計測している場合は、そのままのX Y座標値を用いて構いませんが、公共座標（測量座標系）で計測している場合はXとYを逆にして補正します。

□標定点を用いた補正：上記どこかひとつの標定点を拡大し「位置合わせ」アイコンをクリックし、補正値を入力します。



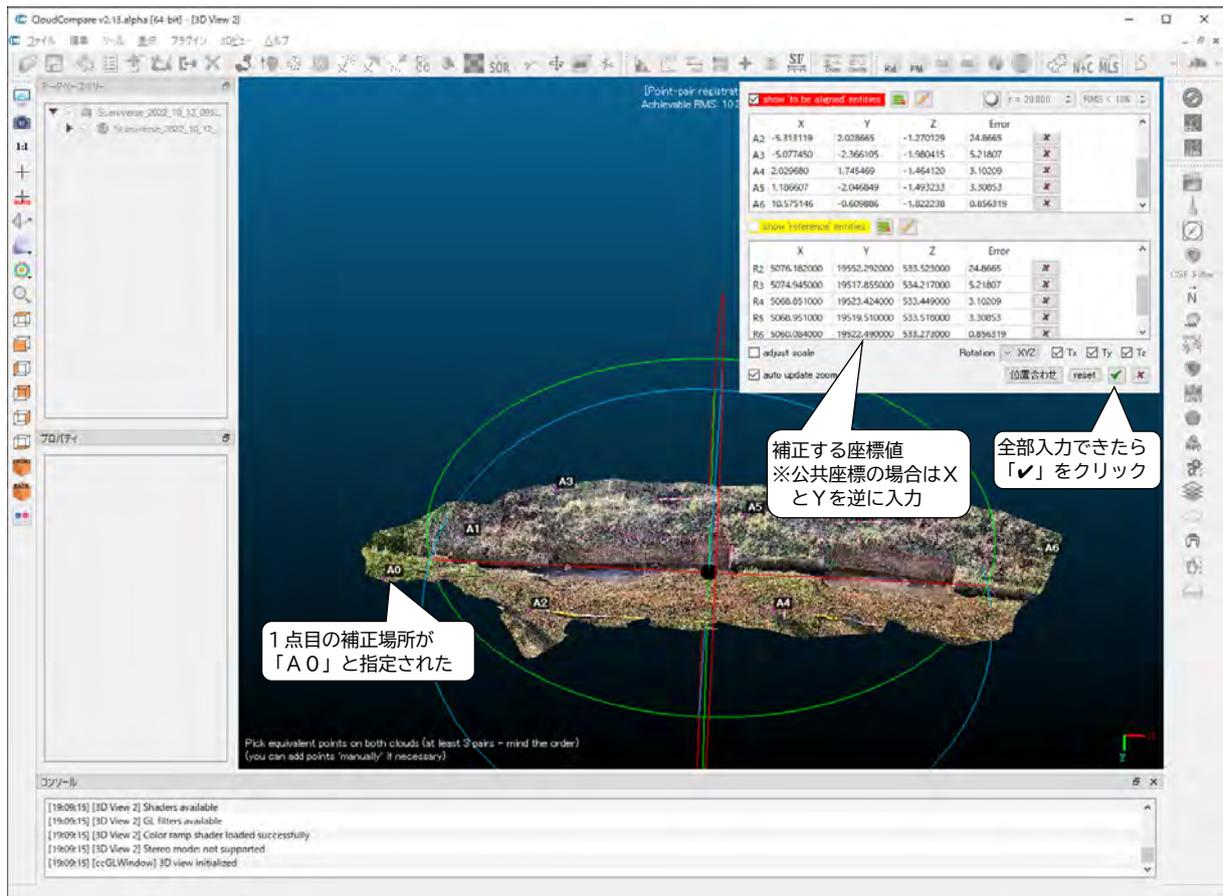
補正前の座標
標定点の中心をクリックすることで指定

補正後の座標
補正値を入力することで指定

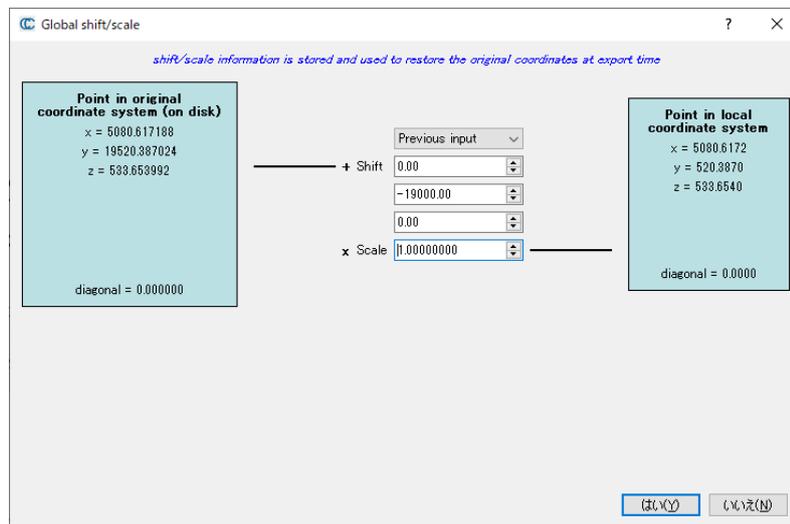
最初に、補正前の座標を全てチェック

終了後に、補正する座標を補正前にチェックした順番と同じ順番で入力

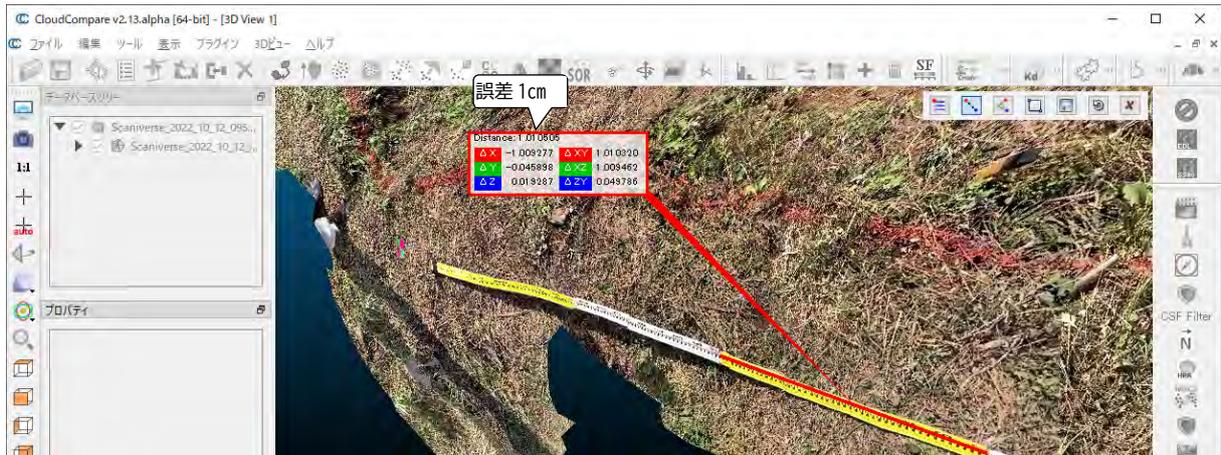
最低 4 点必要です。



この画面が表示されたら「はい」をクリックし、補正完了



補正後の尺度等をチェックします(例えば、スタッフの長さをチェック：1.01mと計測(誤差1cm))

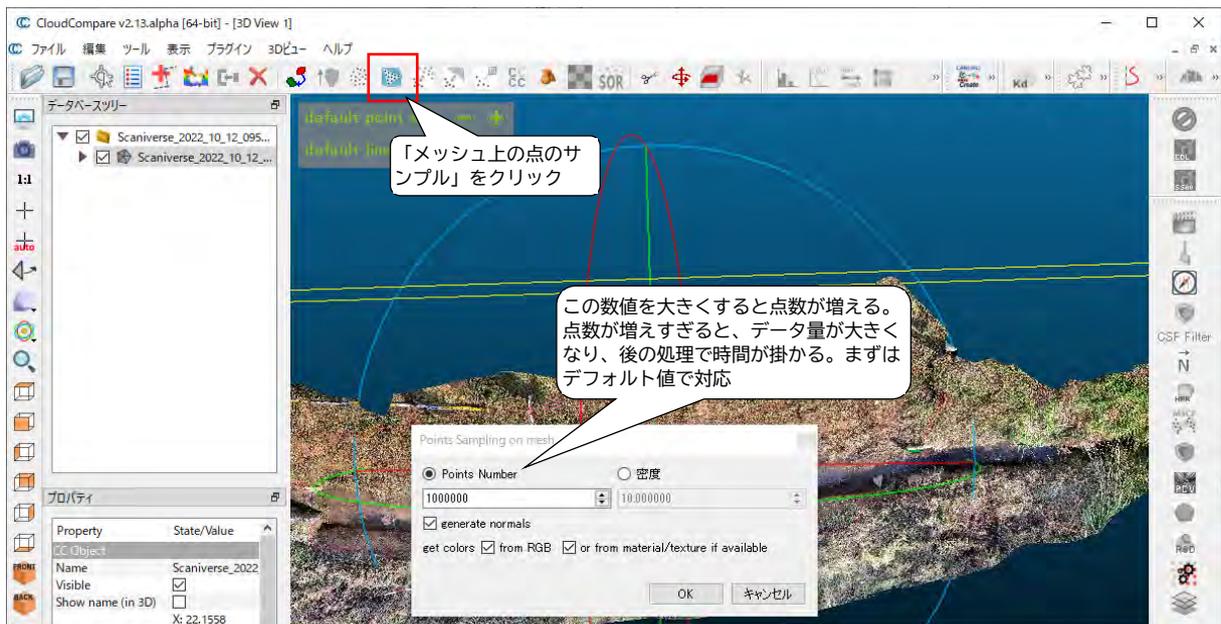


横断面作成

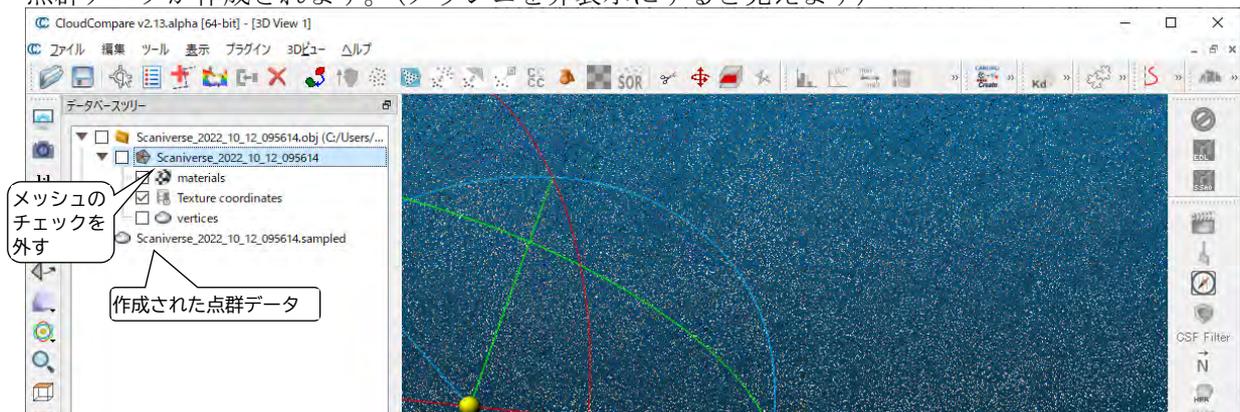
①点群データの作成(または読み込み)

補正したメッシュデータから点群データを作成します。

(座標補正した点群データが別途あれば、それを読み込んでも可)

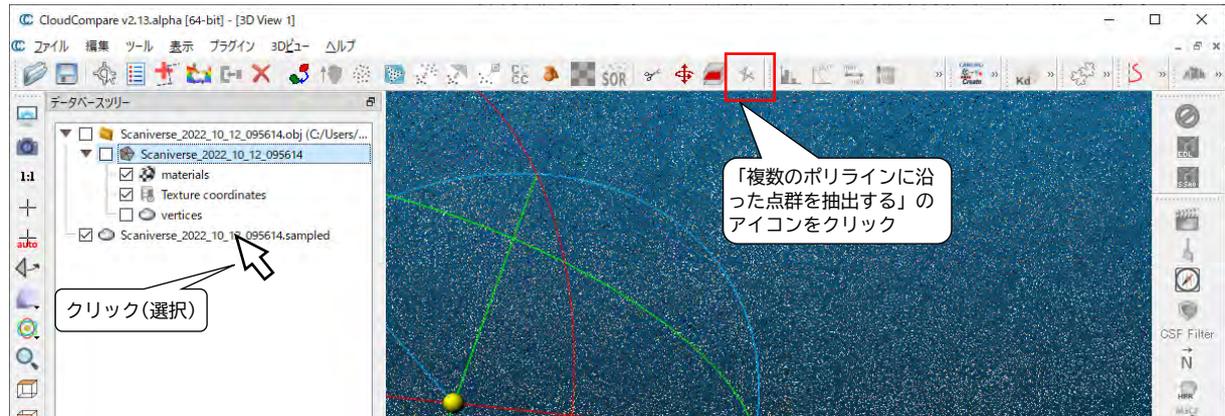


点群データが作成されます。(メッシュを非表示にすると見えます)

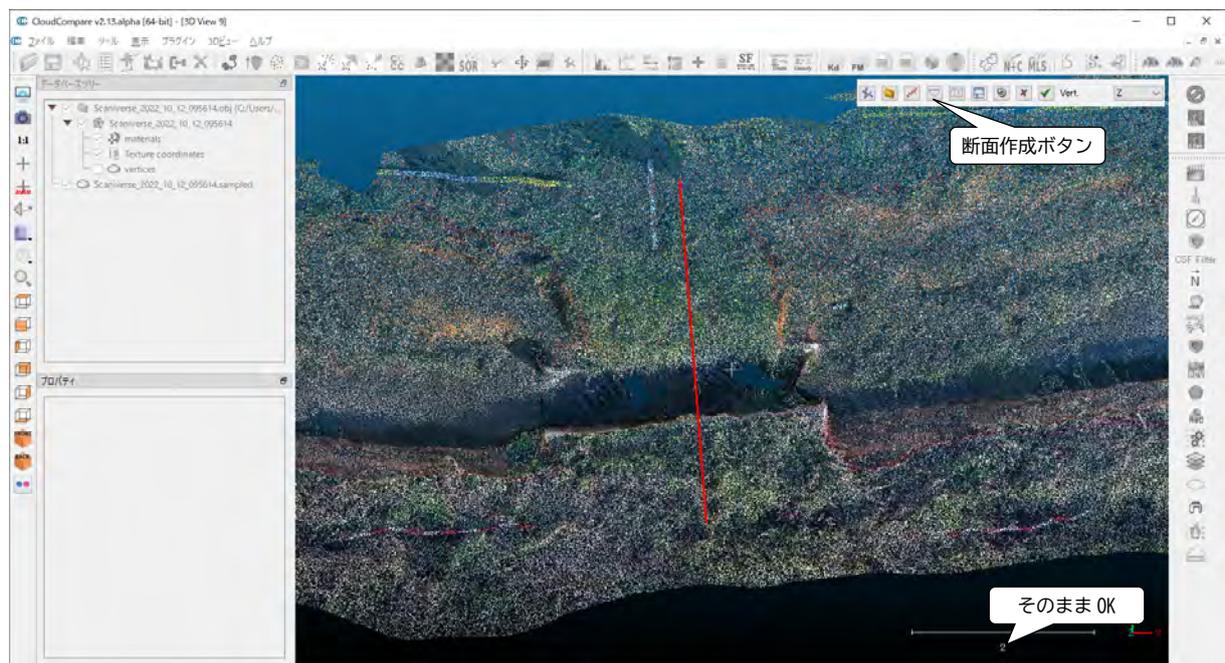
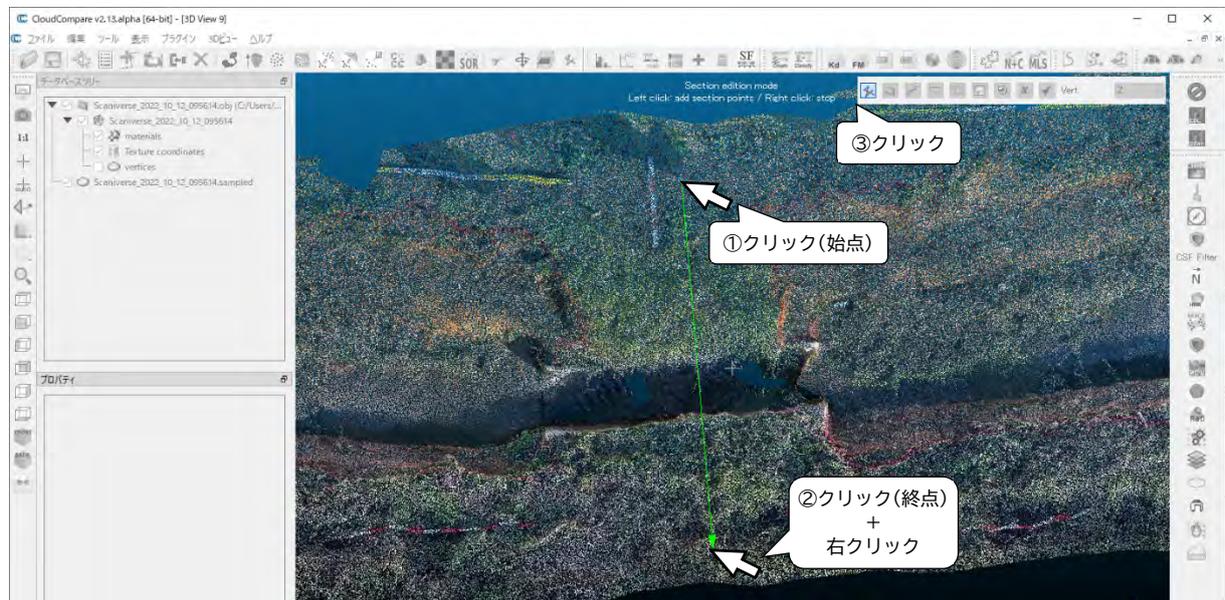


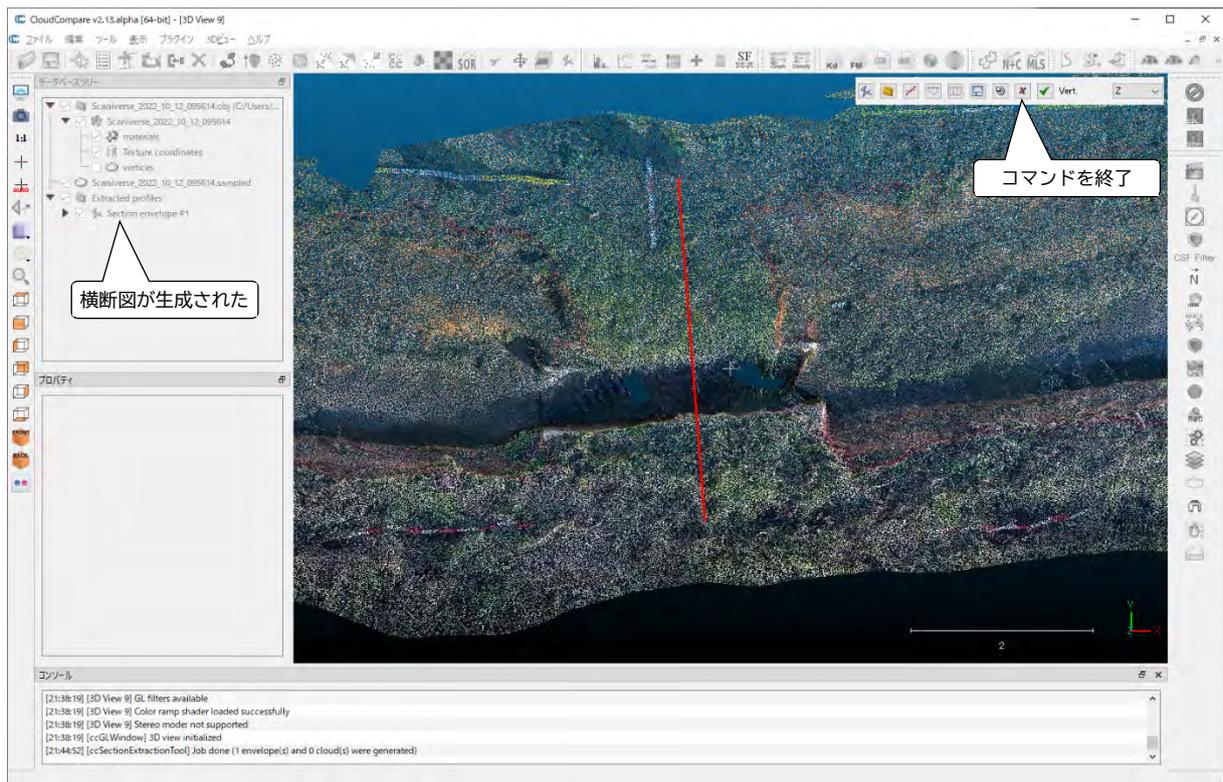
②横断図作成

点群の編集ボタンをクリックし、横断図の作成を始めます。

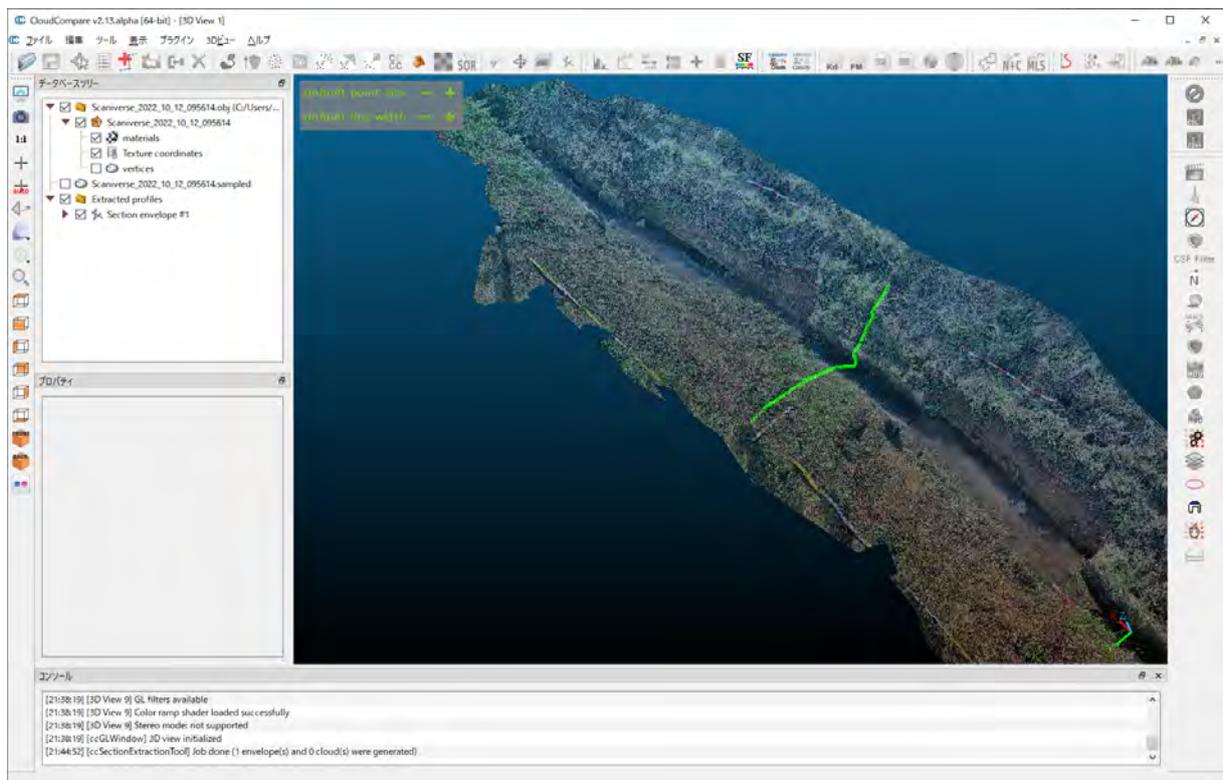


断面を取得したいラインの始点・終点をクリックします。



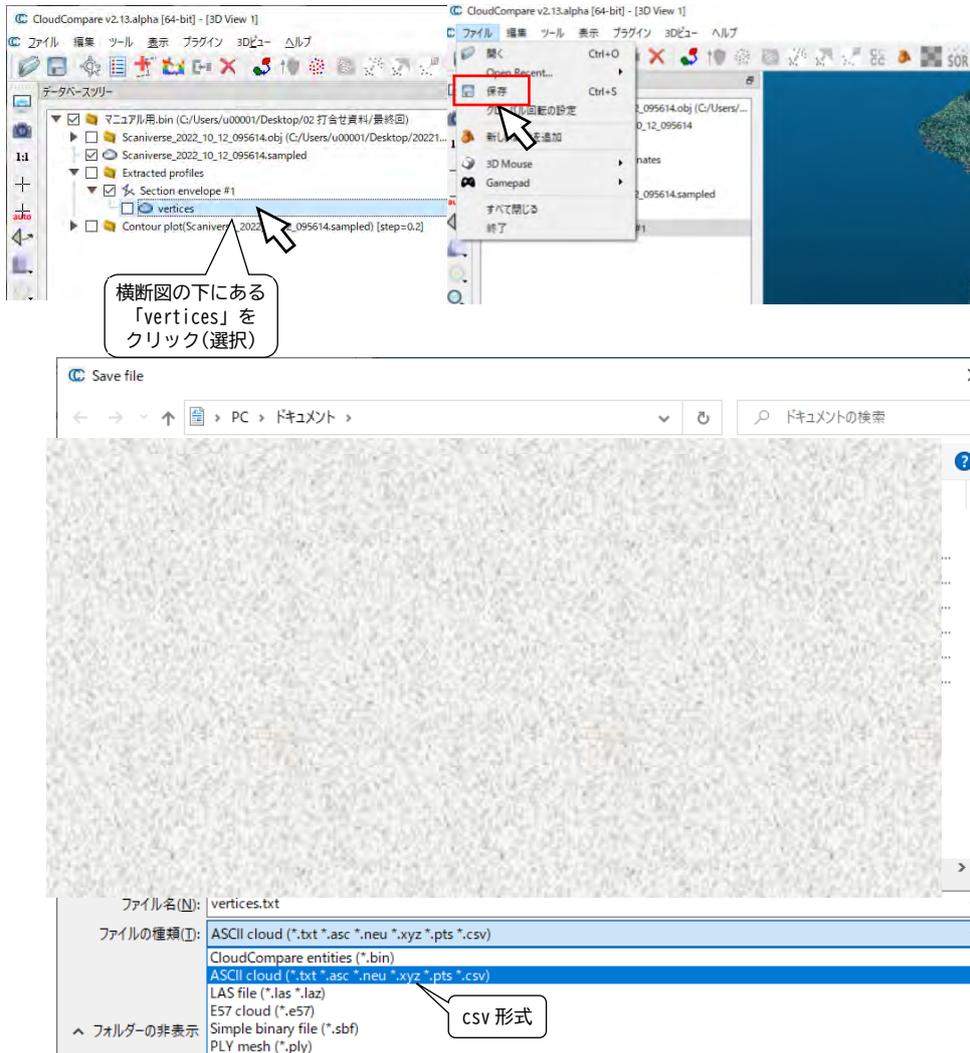


角度を変えると横断面ができていくことがわかります。



③CADに出力

作成した横断面を選択し、「保存」します。

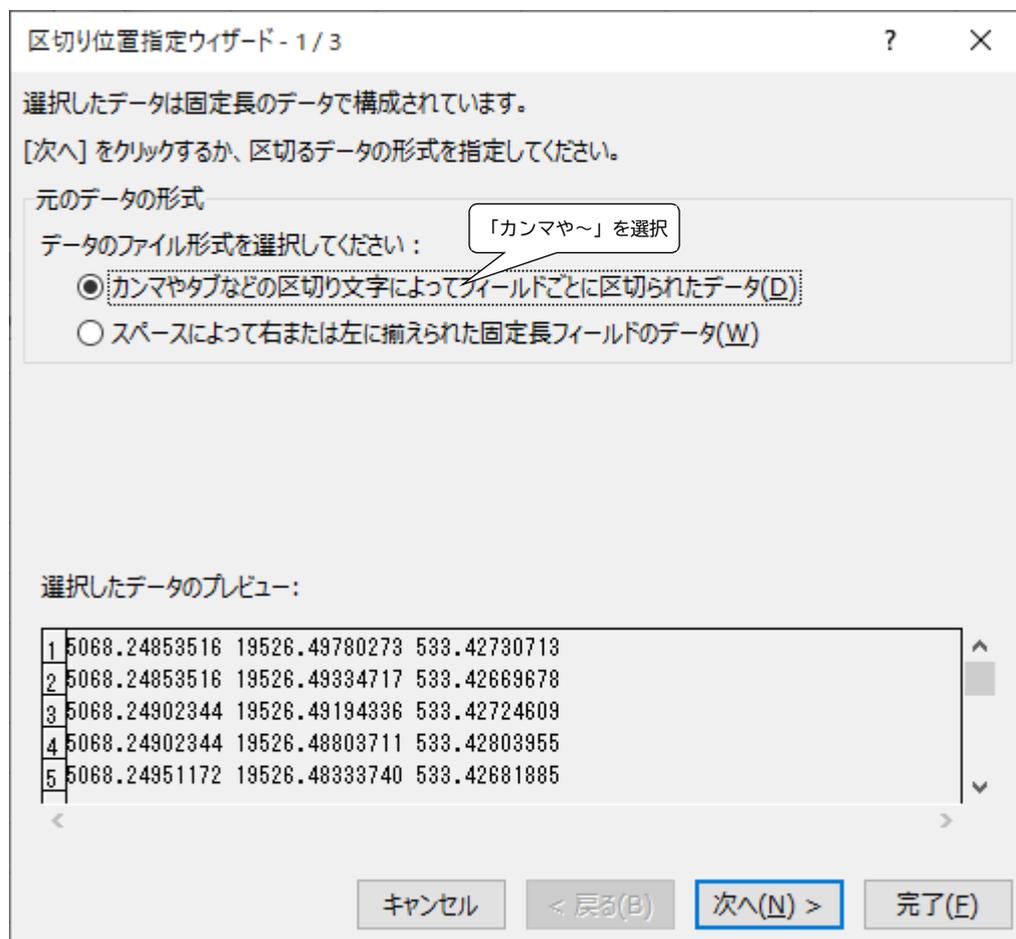
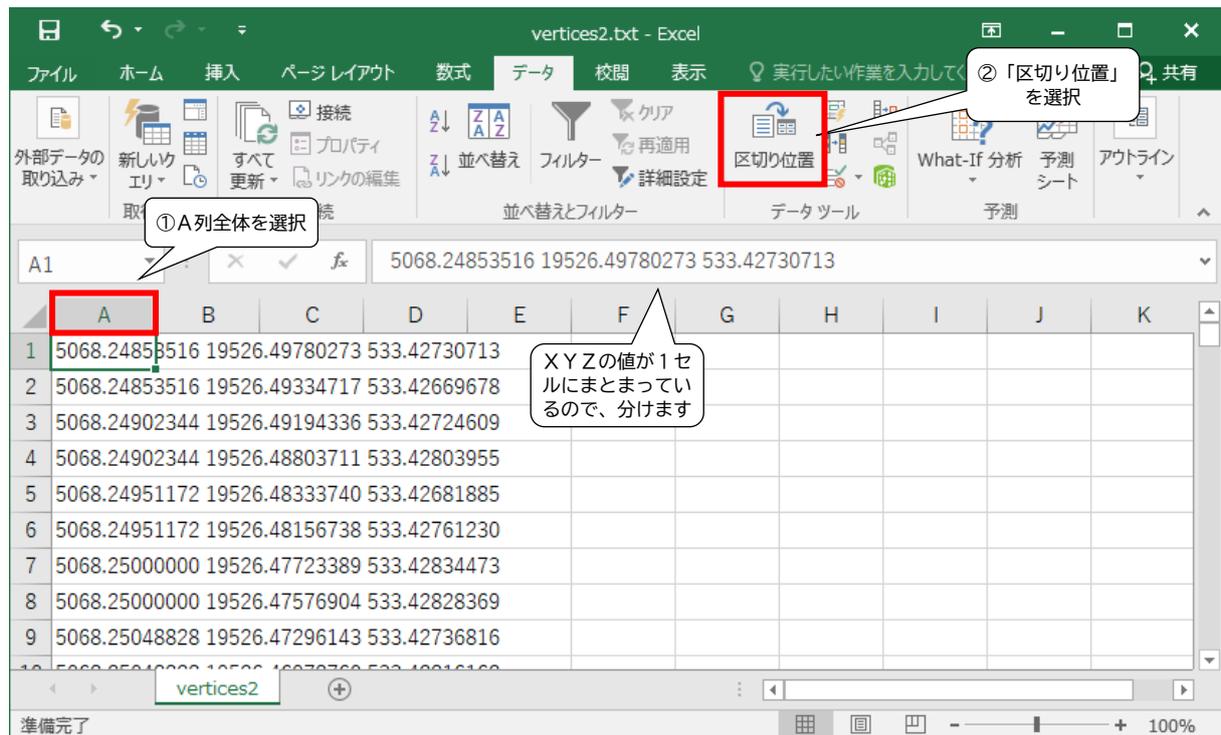


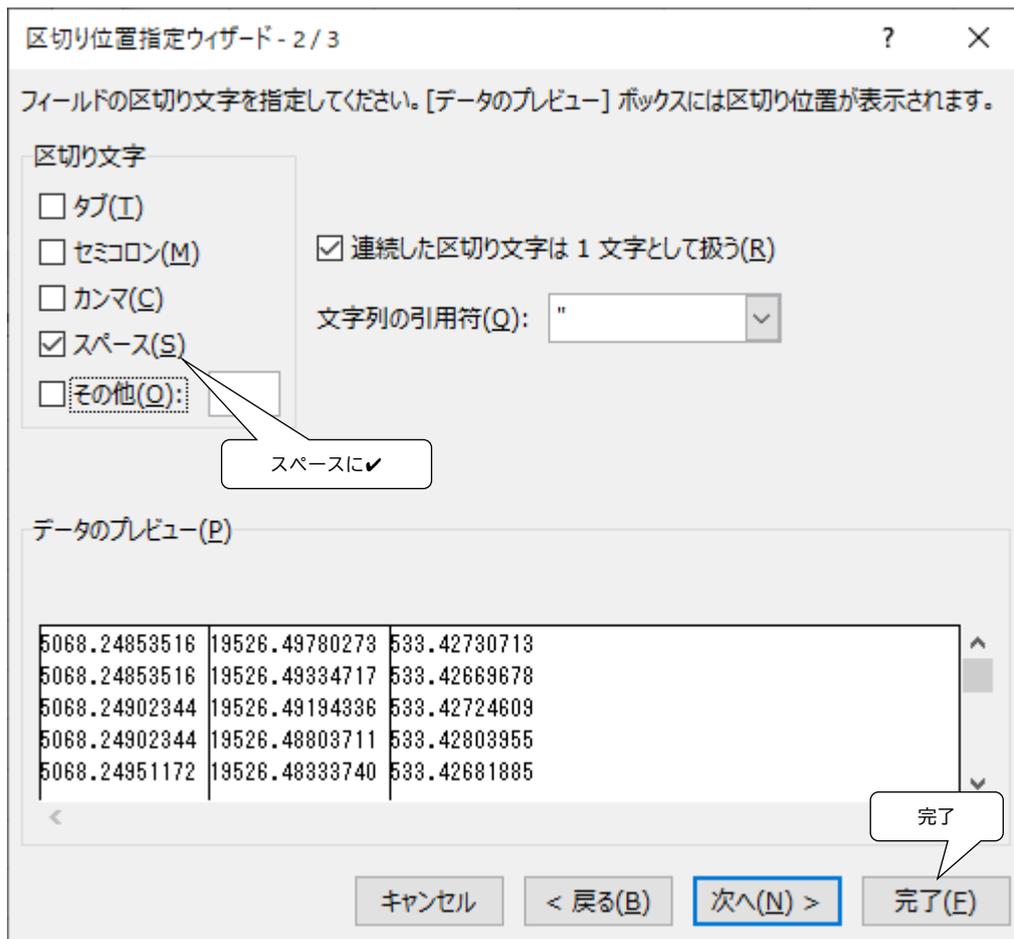
ここで、dxf形式を選択すると、三次元のdxfファイルが生成されてしまい、二次元で使用するためには二次元に加工しなければなりません。

これを避ける方法として、いったんCSVファイルに出力し、Excel上で二次元データに加工します。その後CADのCSVからの断面作成機能を用いて図化するとそのまま二次元CADで作業できるファイルが生成できます。

作成したテキストファイルを Excel で開きます。

X Y Z の値がスペースで区切られています。これを A～C 列に分けます。

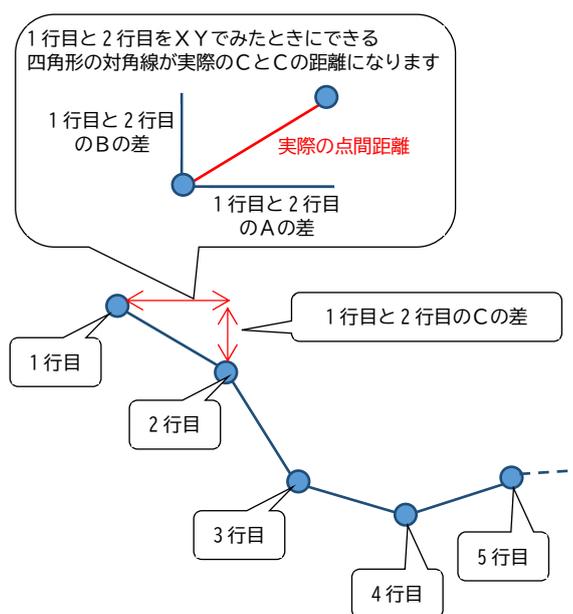




A列にX、B列にY、C列にZが格納されました。

横断図にするときは、標高はC列の値をそのまま使えますが、2点間の距離はA列とB列の差から計算する必要があります。

	A	B	C	D	E
1	5068.249	19526.5	533.4273		
2	5068.249	19526.49	533.4267		
3	5068.249	19526.49	533.4272		
4	5068.249	19526.49	533.428		
5	5068.25	19526.48	533.4268		
6	5068.25	19526.48	533.4276		
7	5068.25	19526.48	533.4283		
8	5068.25	19526.48	533.4283		



対角線の長さを三平方の定理で求めます。

対角線の長さとは、前後の行の点間距離になります。最後に追加距離を求めます。

1行目は説明用に文字を記載していますが、実際はすべて「0」を入力します。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	5068.249	19526.5	533.4273	X(A列)の差	Y(B列)の差	点間距離	追加距離						
2	5068.249	19526.49	533.4267	0.0000000	0.0044556	0.004456	0.004456						
3	5068.249	19526.49	533.4272	0.0004883	0.0014038	0.001486	0.005942						
4	5068.249	19526.49	533.428	0.0000000	0.0039063	0.003906	0.009848						
5	5068.25	19526.48	533.4268	0.0004883	0.0046997	0.004725	0.014573						
6	5068.25	19526.48	533.4276	0.0000000	0.0017700	0.00177	0.016343						
7	5068.25	19526.48	533.4283	0.0004883	0.0043335	0.004361	0.020704						

元のデータ

前後の行の差の絶対値
=ABS(A1-A2)
=ABS(B1-B2)

三平方の定理
=SQRT(D2^2+E2^2)

累積の式を入力
=G2+F3
その後、値貼り付け
で式を外す

CAD に読み込めるように、不要な列を削除し、順番を並び替えます。

CSV 形式で保存し、CAD に読み込んで完成です。

	A	B	C	D
1	0	533.4273		
2	0.004456	533.4267		
3	0.005942	533.4272		
4	0.009848	533.428		
5	0.014573	533.4268		
6	0.016343	533.4276		
7	0.020704	533.4283		
8	0.022169	533.4283		

上図の G 列
1 行目に 0 を入力

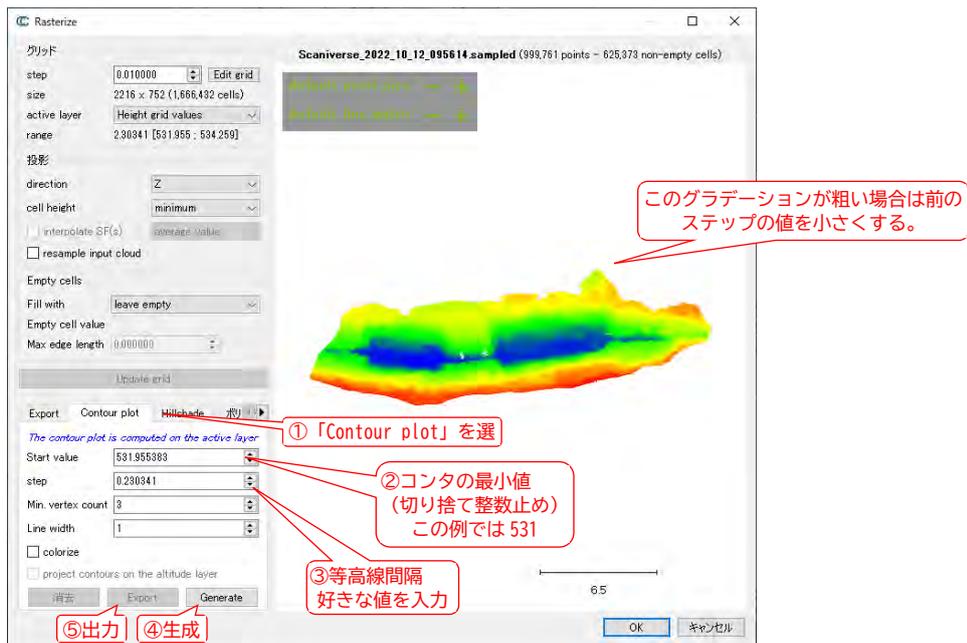
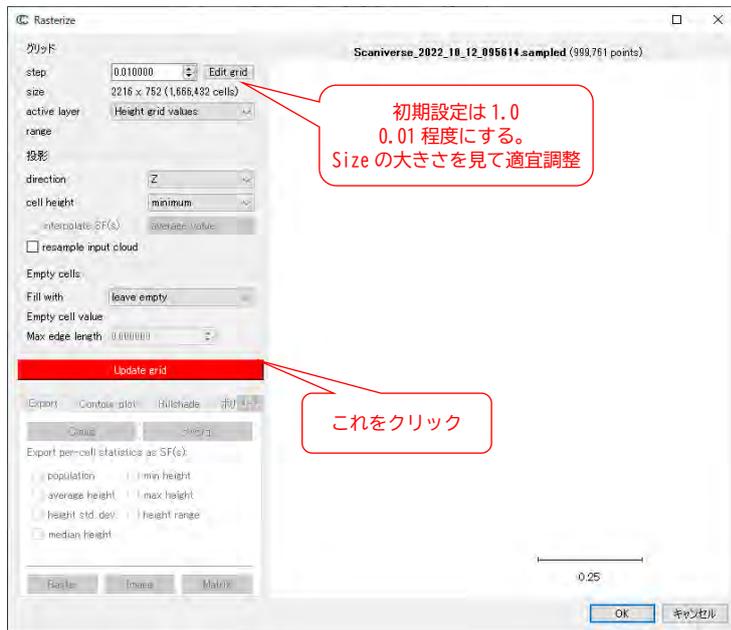
上図の C 列

等高線図作成

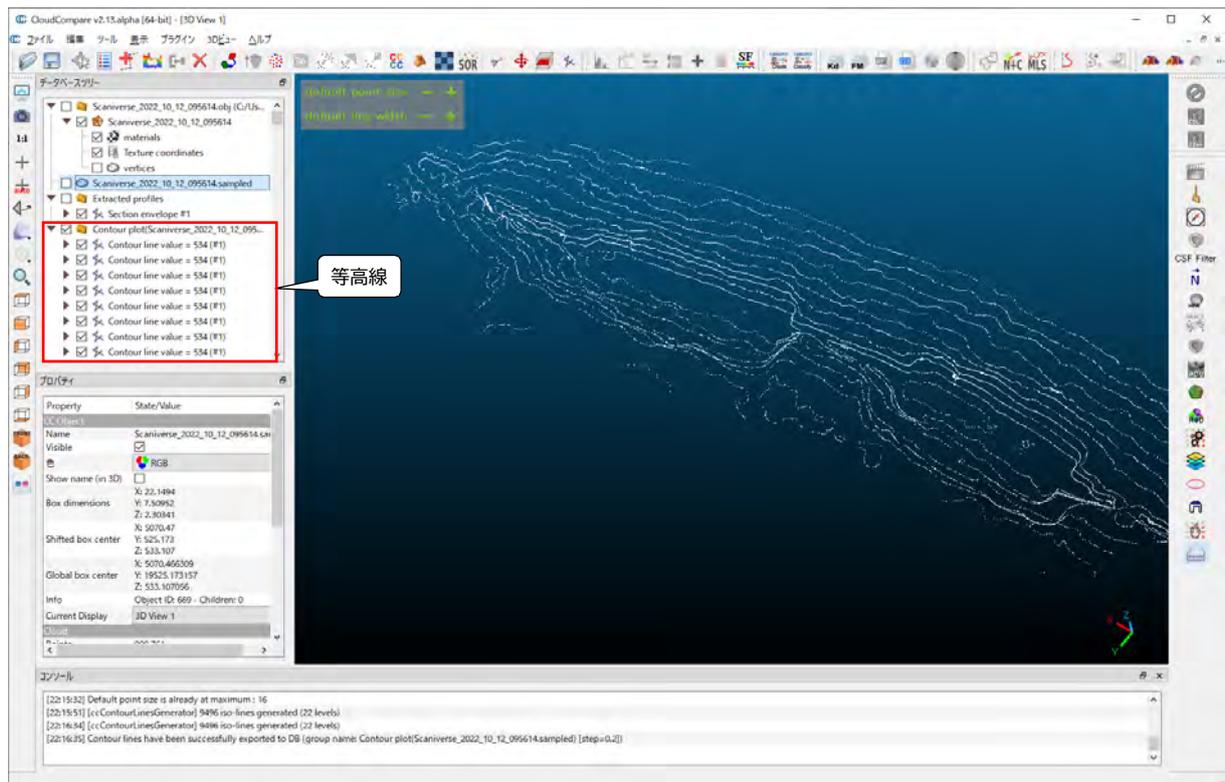
①点群データの作成(または読み込み) 横断面図作成を参照してください。

②等高線の作成

点群を選択し「点をラスターに変換」をクリック

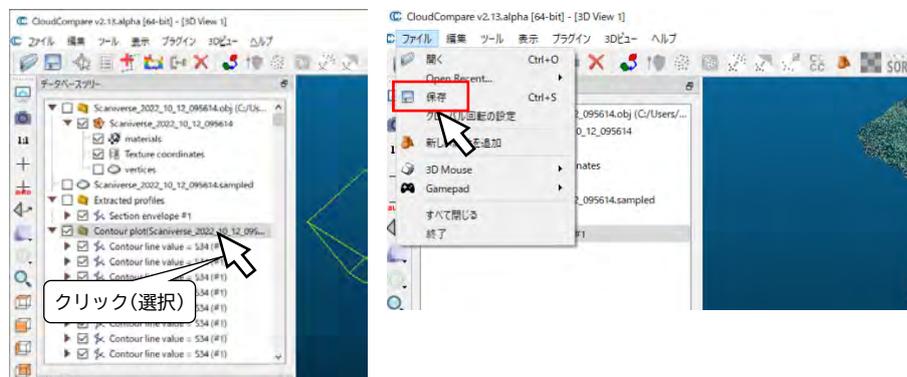


等高線が生成されました。



③CADに出力

dxflに出力します。



この後は、dxfl形式で保存し、CADで編集します。

4-13. 査定設計書の作成

これまでの調査結果、作成した三次元データ、CADデータを用いて査定設計書を作成します。

なお、スマートフォン等を用いた測量は従来の測量に比べて一定程度の誤差が生じることから、災害査定の申請においてはアプリケーションによる三次元データを活用して作成した査定設計書であることを明言する必要があります。

【解説】

使用する材料が従来の写真・測量成果等から、三次元データ等に代わりますが、査定設計書作成の作業内容はこれまでと同じです。

ここに注意

📌三次元画像は主要なアングルの画像を資料に貼り付ける：三次元データとパソコンを用意し、査定時に査定官・立会官にみていただくことも考えられます。ただ、パソコンの用意やデータの起動等に時間を要すると査定の進行が遅れてしまいます。また、査定終了後に資料を確認したときに、どういう現場かわからず、その後の実施設計や工事の際に情報が不足してしまいます。

このため、パソコンで画像を見ていただくなくても査定ができるように、主要なアングルで画像化し、査定資料に貼り付けておくことが重要です。

5. 三次元データを活用した災害査定資料の作成例

ここでは、農業用施設及び農地の被災箇所を対象にスマートフォン等を用いて作成した三次元データを活用し、査定設計資料を作成した例を示します。

令和4年災 **/**

査 定 設 計 書

町

事業費総括

町

費 目	金 額	摘 要
工 事 費	2,146千円	本工事費 + 工事雑費
本 工 事 費	2,115千円	別紙内訳書参照 (本工事費補正) 本工事費 2,115,000 × 1.00 = 2,115,000円
附 帯 工 事 費		
測 量 及 び 試 験 費		
用 地 費 及 び 補 償 費		
船 舶 及 び 機 械 器 具 費		
営 繕 費		
工 事 雑 費	31千円	工事雑費 2,115,000 × 0.015 = 31,725円
応 急 工 事 費		
事 務 雑 費	32千円	事務雑費 (2,115,000 + 31,000) × 0.015 = 32,190円
合 計	2,178千円	反当限度額 2,758千円

(参考) 令和4年度 農政局管内資料

工事費内訳

町

費目	工種	細目	細別	数量	単位	単価	金額	摘要
本工事費	ブロック積工	コンクリート練積工 1:0.4 裏込コンクリートt=15cm	小規模機械 残土小運搬なし	16	m2	71,000円	1,136,000円	令和4年度査定用総合単価 (熊本県 県版)参考
	盛土復旧工	1:1.2	土羽工 小規模機械	21	m2	6,700円	140,700円	
	畦畔工			8	m	2,100円	16,800円	
	残土処分	捨土	L=2km	28	m3	2,100円	58,800円	
	埋没土砂撤去工	小規模 50m3未満/箇所		21	m3	8,400円	176,400円	
	敷鉄板	敷設・撤去		36	m2	4,500円	162,000円	
		運搬	80kmまで	36	m2	11,800円	424,800円	
計							2,115,500円	
						改め	2,115,000円	

復旧標準断面の決定
ブロック積工 工法決定

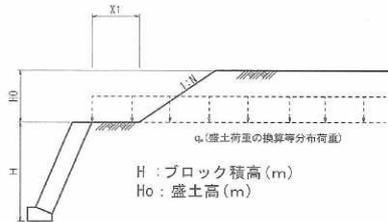


表11-4-2 盛土荷重の早見表 (選定表 1-1)

自動車荷重 なし X1= 0.0

※網掛け部 : かさ上げ盛土高比(H0/H)が1を超える場合は、盛土高比1の土圧を用いている。

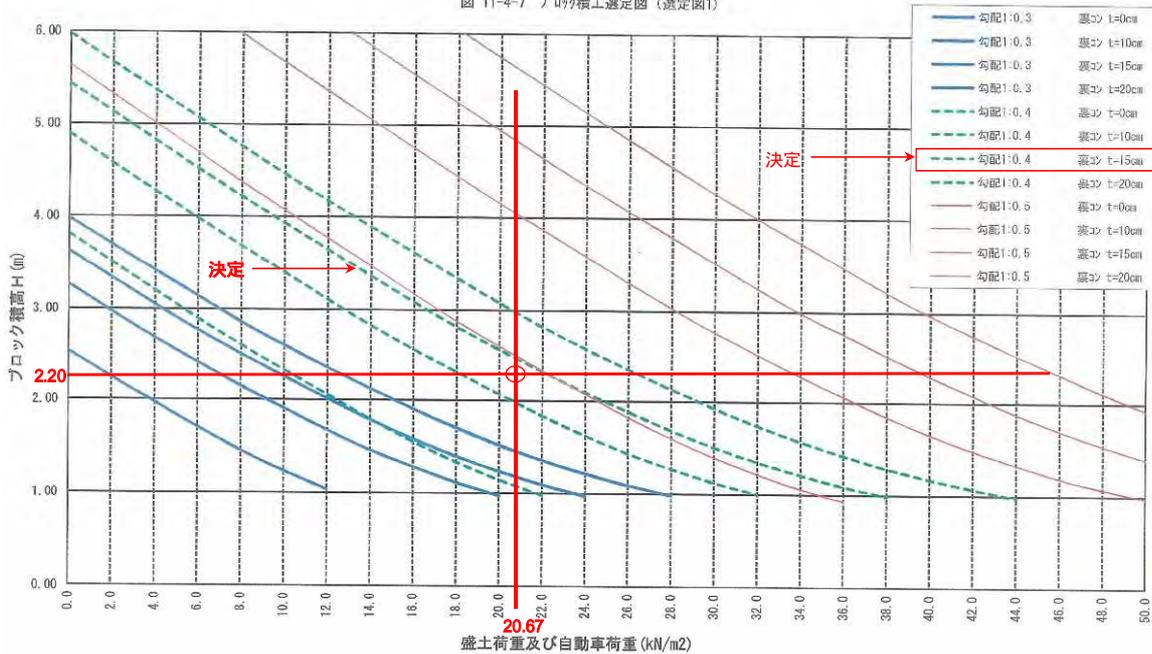
(注)盛土荷重 単位(kN/m²)

H(ブロック積高)	N(勾配)	H0(盛土高) m																				
		0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
1.00	1.0	0.00	3.85	6.64	8.66	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13	10.13
1.50	1.0	0.00	4.05	7.32	9.96	12.08	13.80	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19
2.00	1.0	0.00	4.16	7.70	10.71	13.28	15.46	17.32	18.90	20.26	20.26	20.26	20.26	20.26	20.26	20.26	20.26	20.26	20.26	20.26	20.26	20.26
2.50	1.0	0.00	4.22	7.94	11.21	14.08	16.60	18.81	20.76	22.48	23.99	25.32	25.32	25.32	25.32	25.32	25.32	25.32	25.32	25.32	25.32	25.32
3.00	1.0	0.00	4.27	8.11	11.55	14.65	17.42	19.92	22.16	24.17	25.98	27.60	29.07	30.39	30.39	30.39	30.39	30.39	30.39	30.39	30.39	30.39
3.50	1.0	0.00	4.30	8.23	11.81	15.07	18.05	20.76	23.24	25.49	27.55	29.43	31.14	32.71	34.14	35.45	35.45	35.45	35.45	35.45	35.45	35.45
4.00	1.0	0.00	4.33	8.32	12.00	15.40	18.54	21.43	24.10	26.56	28.82	30.92	32.85	34.63	36.28	37.81	39.21	40.52	40.52	40.52	40.52	40.52
4.50	1.0	0.00	4.34	8.39	12.16	15.67	18.93	21.97	24.79	27.43	29.87	32.15	34.28	36.25	38.09	39.81	41.40	42.89	44.28	45.58	45.58	45.58
5.00	1.0	0.00	4.36	8.45	12.28	15.88	19.25	22.41	25.37	28.15	30.75	33.19	35.48	37.63	39.64	41.52	43.29	44.95	46.51	47.98	49.35	50.65
1.00	1.2	0.00	3.74	6.27	8.00	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18	9.18
1.50	1.2	0.00	3.97	7.04	9.41	11.24	12.66	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77	13.77
2.00	1.2	0.00	4.09	7.47	10.25	12.54	14.43	15.90	17.29	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36
2.50	1.2	0.00	4.17	7.75	10.81	13.43	15.68	17.60	19.25	20.67	21.90	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96
3.00	1.2	0.00	4.22	7.94	11.21	14.08	16.60	18.81	20.76	22.48	23.99	25.32	26.50	27.55	27.55	27.55	27.55	27.55	27.55	27.55	27.55	27.55
3.50	1.2	0.00	4.26	8.08	11.50	14.56	17.30	19.75	21.95	23.91	25.68	27.26	28.68	29.95	31.10	32.14	32.14	32.14	32.14	32.14	32.14	32.14
4.00	1.2	0.00	4.29	8.19	11.73	14.94	17.86	20.50	22.90	25.08	27.06	28.86	30.50	31.98	33.34	34.57	35.70	36.73	36.73	36.73	36.73	36.73
4.50	1.2	0.00	4.31	8.27	11.91	15.25	18.31	21.11	23.69	26.05	28.22	30.21	32.04	33.72	35.26	36.68	37.98	39.19	40.30	41.32	41.32	41.32
5.00	1.2	0.00	4.33	8.34	12.06	15.50	18.68	21.62	24.34	26.86	29.20	31.35	33.35	35.20	36.92	38.51	39.98	41.35	42.62	43.80	44.89	45.91
1.00	1.5	0.00	3.57	5.77	7.14	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01	8.01
1.50	1.5	0.00	3.85	6.64	8.66	10.13	11.21	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01	12.01
2.00	1.5	0.00	4.00	7.14	9.61	11.54	13.07	14.28	15.24	16.02	16.02	16.02	16.02	16.02	16.02	16.02	16.02	16.02	16.02	16.02	16.02	16.02
2.50	1.5	0.00	4.09	7.47	10.25	12.54	14.43	15.99	17.29	18.36	19.27	20.02	20.02	20.02	20.02	20.02	20.02	20.02	20.02	20.02	20.02	20.02
3.00	1.5	0.00	4.16	7.70	10.71	13.28	15.46	17.32	18.90	20.26	21.42	22.42	23.28	24.03	24.03	24.03	24.03	24.03	24.03	24.03	24.03	24.03
3.50	1.5	0.00	4.21	7.87	11.06	13.84	16.26	18.37	20.20	21.81	23.21	24.43	25.51	26.46	27.29	28.03	28.03	28.03	28.03	28.03	28.03	28.03
4.00	1.5	0.00	4.24	8.00	11.33	14.29	16.90	19.22	21.27	23.09	24.71	26.14	27.42	28.56	29.58	30.49	31.30	32.04	32.04	32.04	32.04	32.04
4.50	1.5	0.00	4.27	8.11	11.55	14.65	17.42	19.22	21.66	24.17	25.98	27.60	29.07	30.39	31.58	32.66	33.63	34.51	35.31	36.04	36.04	36.04
5.00	1.5	0.00	4.29	8.19	11.73	14.94	17.86	20.50	22.90	25.08	27.06	28.86	30.50	31.98	33.34	34.57	35.70	36.73	37.67	38.53	39.32	40.04

H=2.20m

H=1.80m

図 11-4-7 ブロック積工選定図 (選定図1)



ブロック積み勾配 3分~5分

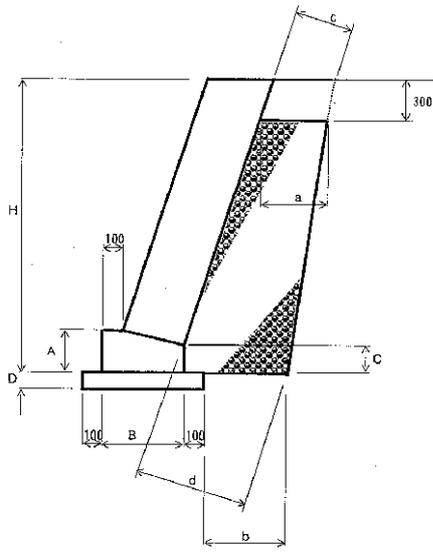


図 11-4-9 ブロック積み寸法図

Hm (直高)	裏込厚	D (m)	B (m)	A (m)	C (m)
1.00~1.50	0.10	0.10	0.45	0.25	0.15
		0.15			
		0.20			
	0.15	0.10	0.55		
		0.15			
		0.20			
0.20	0.10	0.60			
	0.15				
	0.20				
1.51~3.00	0.10	0.10	0.45	0.30	0.15
		0.15			
		0.20			
	0.15	0.10	0.55		
		0.15			
		0.20			
0.20	0.10	0.60			
	0.15				
	0.20				
3.01~5.00	0.10	0.10	0.45	0.40	0.25
		0.15			
		0.20			
	0.15	0.10	0.55		
		0.15			
		0.20			
0.20	0.10	0.60			
	0.15				
	0.20				

表 11-4-15 ブロック積み裏込砕石寸法表

Hm (直高)	基礎材厚 (m)	背 面 土 質																					
		レキ質土						砂質土						粘質土									
		1:0.3		1:0.4		1:0.5		1:0.3		1:0.4		1:0.5		1:0.3		1:0.4		1:0.5					
a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b						
1.00以下	0.20	0.23	0.15	0.24	0.15	0.25	0.14	0.30	0.45	0.35	0.30	0.36	0.30	0.38	0.30	0.40	0.50	0.47	0.45	0.48	0.45	0.50	0.46
1.50以下	0.20	0.23	0.19	0.24	0.19	0.25	0.19	0.30	0.45	0.34	0.31	0.35	0.31	0.37	0.31	0.40	0.50	0.45	0.46	0.47	0.46	0.49	0.47
2.00以下	0.20	0.23	0.23	0.24	0.23	0.25	0.23	0.30	0.50	0.34	0.35	0.35	0.36	0.37	0.36	0.40	0.50	0.45	0.52	0.47	0.53	0.49	0.54
2.50以下	0.20	0.23	0.28	0.24	0.27	0.25	0.28	0.30	0.55	0.34	0.41	0.35	0.41	0.37	0.42	0.40	0.72	0.45	0.58	0.47	0.59	0.49	0.60
3.00以下	0.20	0.23	0.32	0.24	0.32	0.25	0.32	0.30	0.60	0.34	0.46	0.35	0.47	0.37	0.47	0.40	0.78	0.45	0.64	0.47	0.65	0.49	0.67
3.50以下	0.20	0.23	0.33	0.24	0.32	0.25	0.32	0.30	0.65	0.34	0.48	0.35	0.48	0.37	0.48	0.40	0.83	0.45	0.67	0.47	0.67	0.49	0.68
4.00以下	0.20	0.23	0.37	0.24	0.36	0.25	0.36	0.30	0.70	0.34	0.54	0.35	0.63	0.37	0.54	0.40	0.89	0.45	0.73	0.47	0.73	0.49	0.74
4.50以下	0.20	0.23	0.41	0.24	0.41	0.25	0.41	0.30	0.75	0.34	0.59	0.35	0.69	0.37	0.59	0.40	0.95	0.45	0.79	0.47	0.80	0.49	0.81
5.00以下	0.20	0.23	0.46	0.24	0.45	0.25	0.45	0.30	0.80	0.34	0.64	0.35	0.64	0.37	0.65	0.40	1.00	0.45	0.84	0.47	0.85	0.49	0.87
1.00以下	0.15	0.24	0.15	0.24	0.15	0.25	0.15	0.30	0.45	0.35	0.30	0.37	0.30	0.38	0.31	0.40	0.50	0.47	0.45	0.49	0.46	0.51	0.47
1.50以下	0.15	0.24	0.20	0.24	0.19	0.25	0.19	0.30	0.45	0.34	0.31	0.35	0.31	0.37	0.31	0.40	0.60	0.46	0.46	0.47	0.47	0.49	0.48
2.00以下	0.15	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	0.24	0.30	0.50	0.34	0.35	0.35	0.36	0.37	0.37	0.40	0.66	0.46	0.53	0.47	0.53	0.49	0.54
2.50以下	0.15	0.23	0.28	0.24	0.28	0.25	0.28	0.30	0.55	0.34	0.41	0.35	0.42	0.37	0.42	0.40	0.72	0.46	0.59	0.47	0.60	0.49	0.61
3.00以下	0.15	0.23	0.32	0.24	0.32	0.25	0.32	0.30	0.60	0.34	0.47	0.35	0.47	0.37	0.48	0.40	0.78	0.46	0.65	0.47	0.66	0.49	0.68
3.50以下	0.15	0.23	0.33	0.24	0.33	0.25	0.32	0.30	0.65	0.34	0.49	0.35	0.48	0.37	0.49	0.40	0.83	0.45	0.67	0.47	0.67	0.49	0.68
4.00以下	0.15	0.23	0.38	0.24	0.37	0.25	0.36	0.30	0.70	0.34	0.54	0.35	0.54	0.37	0.54	0.40	0.89	0.45	0.74	0.47	0.74	0.49	0.75
4.50以下	0.15	0.23	0.42	0.24	0.41	0.25	0.41	0.30	0.75	0.34	0.59	0.35	0.59	0.37	0.60	0.40	0.95	0.45	0.80	0.47	0.80	0.49	0.82
5.00以下	0.15	0.23	0.46	0.24	0.45	0.25	0.45	0.30	0.80	0.34	0.65	0.35	0.65	0.37	0.65	0.40	1.00	0.45	0.85	0.47	0.86	0.49	0.87
1.00以下	0.10	0.24	0.16	0.24	0.15	0.25	0.15	0.30	0.45	0.36	0.31	0.37	0.31	0.38	0.31	0.40	0.60	0.47	0.46	0.49	0.47	0.51	0.48
1.50以下	0.10	0.24	0.20	0.24	0.20	0.25	0.20	0.30	0.45	0.34	0.32	0.35	0.31	0.37	0.32	0.40	0.60	0.46	0.47	0.47	0.47	0.49	0.48
2.00以下	0.10	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	0.24	0.30	0.50	0.34	0.37	0.35	0.37	0.37	0.37	0.40	0.66	0.46	0.53	0.47	0.54	0.49	0.55
2.50以下	0.10	0.24	0.28	0.24	0.28	0.25	0.29	0.30	0.55	0.34	0.42	0.35	0.42	0.37	0.43	0.40	0.72	0.46	0.59	0.47	0.60	0.49	0.62
3.00以下	0.10	0.24	0.33	0.24	0.33	0.25	0.33	0.30	0.60	0.34	0.47	0.35	0.48	0.37	0.49	0.40	0.78	0.46	0.66	0.47	0.67	0.49	0.68
3.50以下	0.10	0.23	0.34	0.24	0.33	0.25	0.32	0.30	0.65	0.34	0.49	0.35	0.49	0.37	0.49	0.40	0.83	0.46	0.68	0.47	0.68	0.49	0.69
4.00以下	0.10	0.23	0.38	0.24	0.37	0.25	0.37	0.30	0.70	0.34	0.55	0.35	0.54	0.37	0.55	0.40	0.89	0.46	0.74	0.47	0.75	0.49	0.76
4.50以下	0.10	0.23	0.42	0.24	0.42	0.25	0.41	0.30	0.75	0.34	0.60	0.35	0.60	0.37	0.60	0.40	0.95	0.46	0.80	0.47	0.81	0.49	0.82
5.00以下	0.10	0.23	0.46	0.24	0.46	0.25	0.46	0.30	0.80	0.34	0.65	0.35	0.65	0.37	0.66	0.40	1.00	0.45	0.86	0.47	0.86	0.49	0.88

被災状況 写真・画像

農地 被災状況写真



ドローンによる撮影(高高度)

農地 被災状況写真



ドローンによる撮影(近景)

農地 被災状況写真



ドローンによる撮影(被災地正面 北側より撮影)

農地 被災状況写真



ドローンによる撮影(被災地 南側より撮影)

農地 被災状況写真



ドローンによる撮影(被災地側面 東側より撮影)

農地 被災状況写真



ドローンによる撮影(被災地側面 西側より撮影)

農地 被災状況写真



3次元データ 平面図

農地 被災状況写真



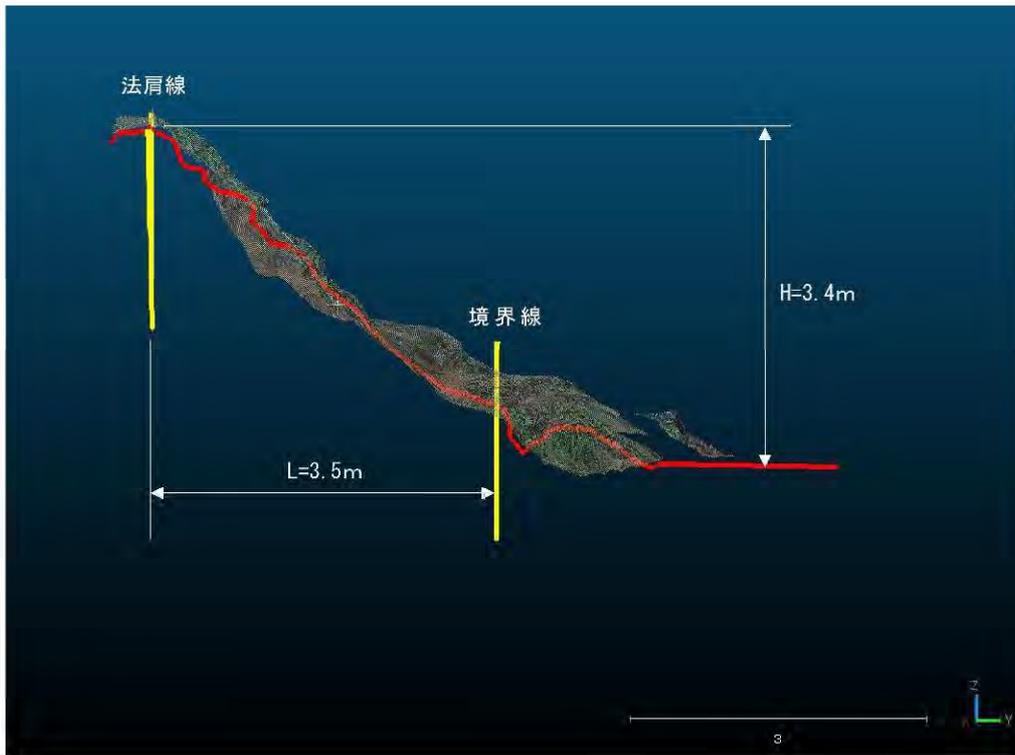
3次元データ 投影図 北西方向

農地 被災状況写真



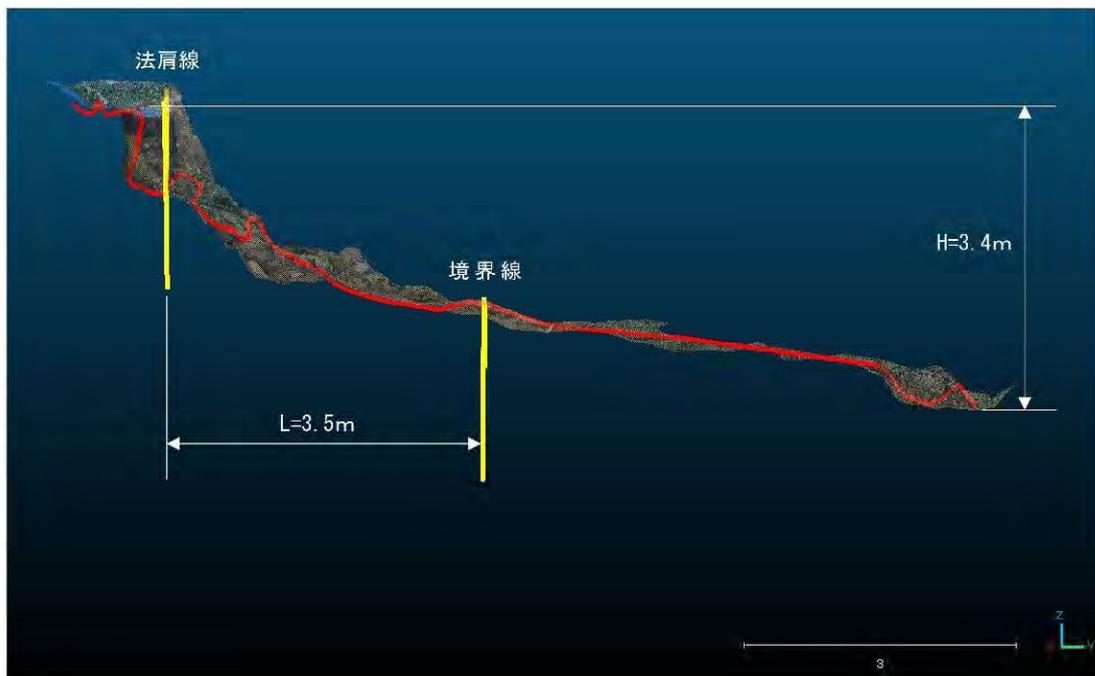
3次元データ 投影図 北東方向

農地 被災状況写真



3次元データ No.0 断面

農地 被災状況写真

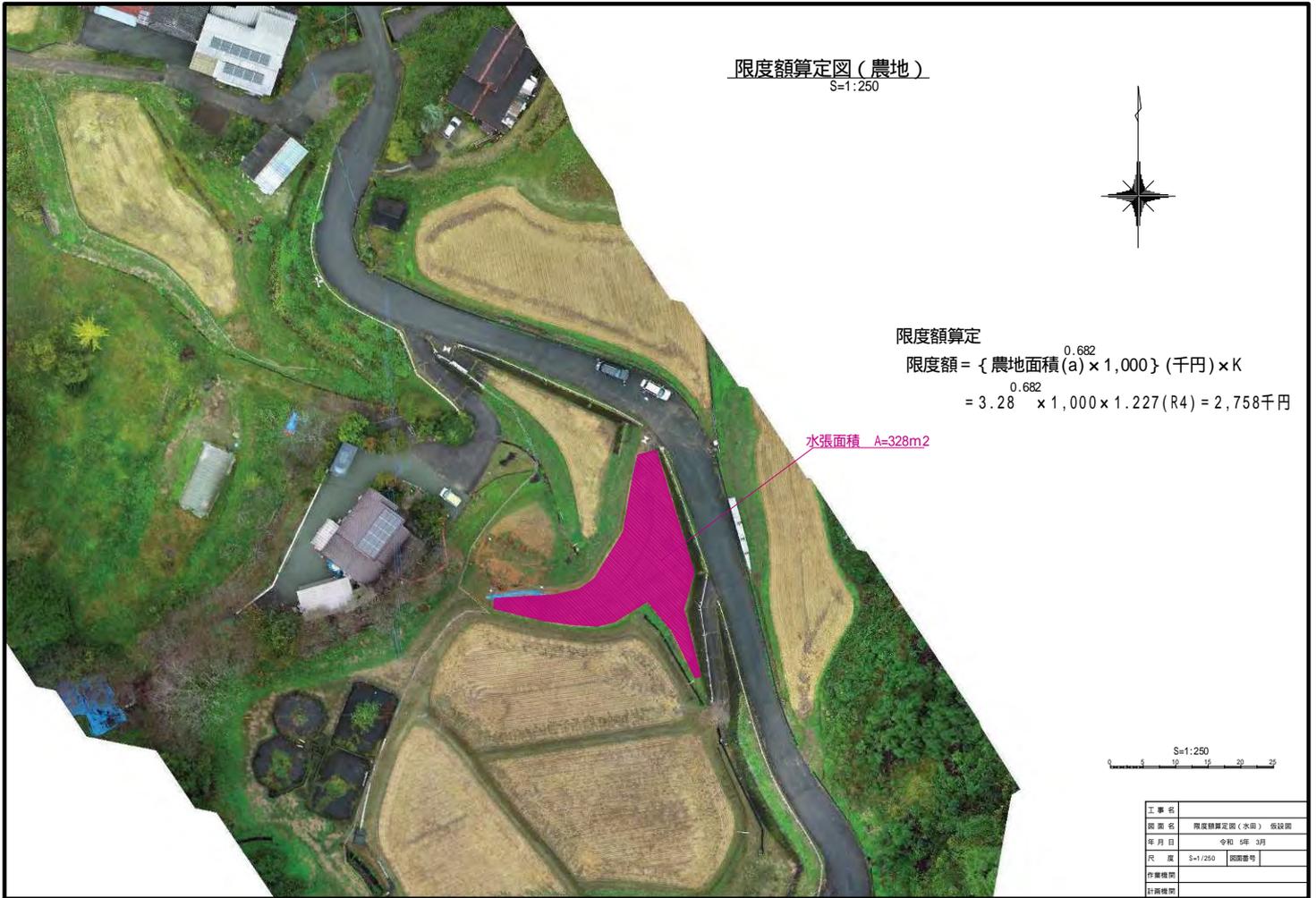


3次元データ +7.0 断面



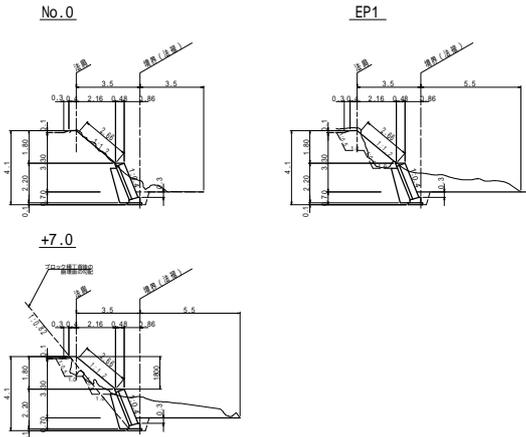
3次元データ EP 断面

反当限度額の算出

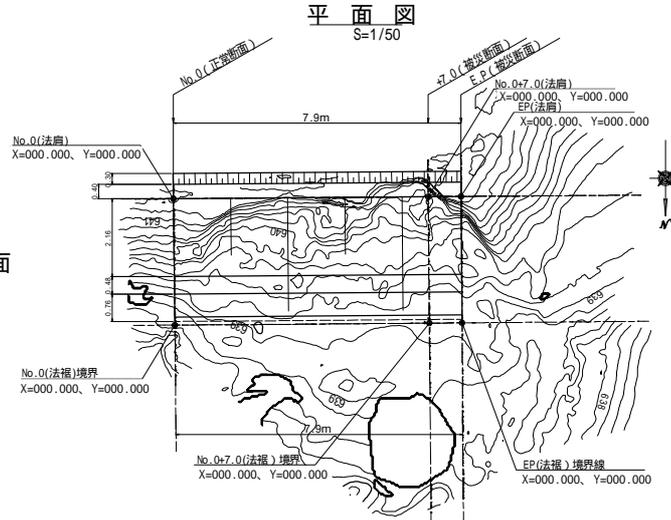


復旧計画図

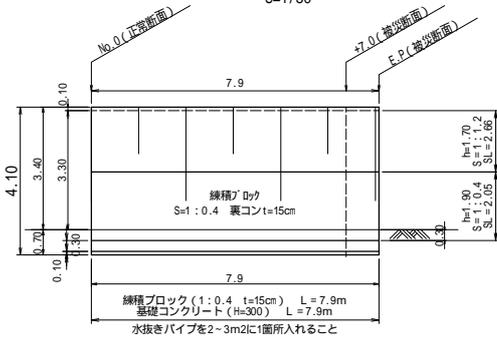
標準断面図
S=1/100



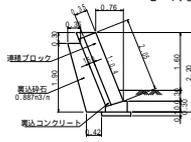
平面図
S=1/50



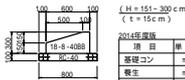
展開図
S=1/50



ブロック積標準断面
S=1:50



基礎コンクリート
S=1:25



2014年度版 1.0(単位)

項目	単位	数値
基礎コン	m ³	0.143
管石	m ³	0.141
基礎砂石	m ³	0.800
型枠	m ²	0.450

数量表

項目	計算式	数量
コンクリートブロック練積工 1:0.4 裏コンt=15cm	2.05 × 7.9 = 16.195	16.20 = 16m ²
橋土埋戻工	2.66 × 7.9 = 21.014	21.01 = 21m ²

工事名	
図面名	
年月日	令和 5年 3月
尺 度	表示 図面番号
作業種類	
計画機関	

仮設計画(仮設道路)

仮設図 (農地)
S=1:250

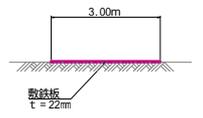


S=1:250
0 5 10 20 25

施工箇所
被災箇所

敷設延長 L = 35.5 m

標準断面図
S=1:50



工事名			
図面名	農地 仮設図		
年月日	令和 5年 3月		
尺 度	S=1/250	図面番号	
作業種類			
計画年度			

数量計算

工種数量総括表

1. 農地（法面）

工種	種別	細別	規格	単位	計算数量	設計数量	摘要
農地（総合単価）				式		1	
	ﾌﾞｯｸﾞ種工	総合単価用	コンクリート練種工 1:0.4 裏込コンクリートt=15cm	m2	16.2	16	2.05×7.9
	盛土復旧工	総合単価用		m2	21.0	21	2.66×7.9
土工（内訳）							
	掘削工	掘削		m3	37.3	37	
		床掘		m3	8.5	9	
		水平面仕上	切土	m2	16.6	17	
		崩土除去	埋没土砂撤去工	m2	21.1	21	
	盛土	B<1.0		m3	0.4	0	
		1.0 B<2.5		m3	11.7	12	
		構造物周辺		m3	3.7	4	
		法面仕上	盛土	m2	21.0	21	
		水平面仕上	盛土	m2	9.6	10	
	畦畔工			m	7.9	8	
埋没土砂撤去 残土処分			l=2km	m3	28.2	28	盛土 = 15.8/0.9 m3 掘削土 = 45.8 m3
敷鉄板	敷設・撤去		t=2.2	m	35.5	36	
	運搬		80k mまで	m	35.5	36	

数量計算表(平均断面法)

土工(掘削工1)

掘削					床掘					水平面仕上(切土)							
測点	単距離	断面積	平均断面	数量	備考	測点	単距離	断面積	平均断面	数量	備考	測点	単距離	断面積	平均断面	数量	備考
	m	m	m ²	m ³			m	m	m ²	m ³			m	m	m ²	m ²	
No0		2.0	-	-		No0		1.1	-	-		No0		1.0	-	-	
No.0+7.0	7.0	6.8	4.41	30.9		No.0+7.0	7.0	1.1	1.07	7.5		No.0+7.0	7.0	3.0	1.99	13.9	
EP	0.9	7.5	7.13	6.4		EP	0.9	1.1	1.07	1.0		EP	0.9	3.0	2.99	2.7	
合計	7.9	16.3		37.3		合計	7.9	3.2		8.5		合計	7.9	7.0		16.6	

数量計算表(平均断面法)

土工(掘削工2)

崩土除去					崩土除去					崩土除去							
測点	単距離	断面積	平均断面	数量	備考	測点	単距離	断面積	平均断面	数量	備考	測点	単距離	断面積	平均断面	数量	備考
	m	m	m ²	m ³			m	m	m ²	m ³			m	m	m ²	m ³	
No0		0.7	-	-													
No.0+7.0	7.0	4.2	2.47	17.3													
EP	0.9	4.3	4.26	3.8													
合計	7.9	9.2		21.1		合計						合計					

数量計算表(平均断面法)

土工(盛土工1)

盛土(B<1.0)					盛土(1.0 B<2.5)					構造物周辺							
測点	半距離	断面積	平均断面	数量	備考	測点	半距離	断面積	平均断面	数量	備考	測点	半距離	断面積	平均断面	数量	備考
	m	m	m	m ²			m	m	m	m ²			m	m	m ²	m ³	
No0		0.0	-	-		No0		0.0	-	-		No0		0.5	-	-	
No0+7.0	7.0	0.1	0.04	0.3		No0+7.0	7.0	2.7	1.33	9.3		No0+7.0	7.0	0.4	0.47	3.3	
EP	0.9	0.1	0.07	0.1		EP	0.9	2.7	2.65	2.4		EP	0.9	0.4	0.44	0.4	
合計	7.9	0.1		0.4		合計	7.9	5.3		11.7		合計	7.9	1.4		3.7	

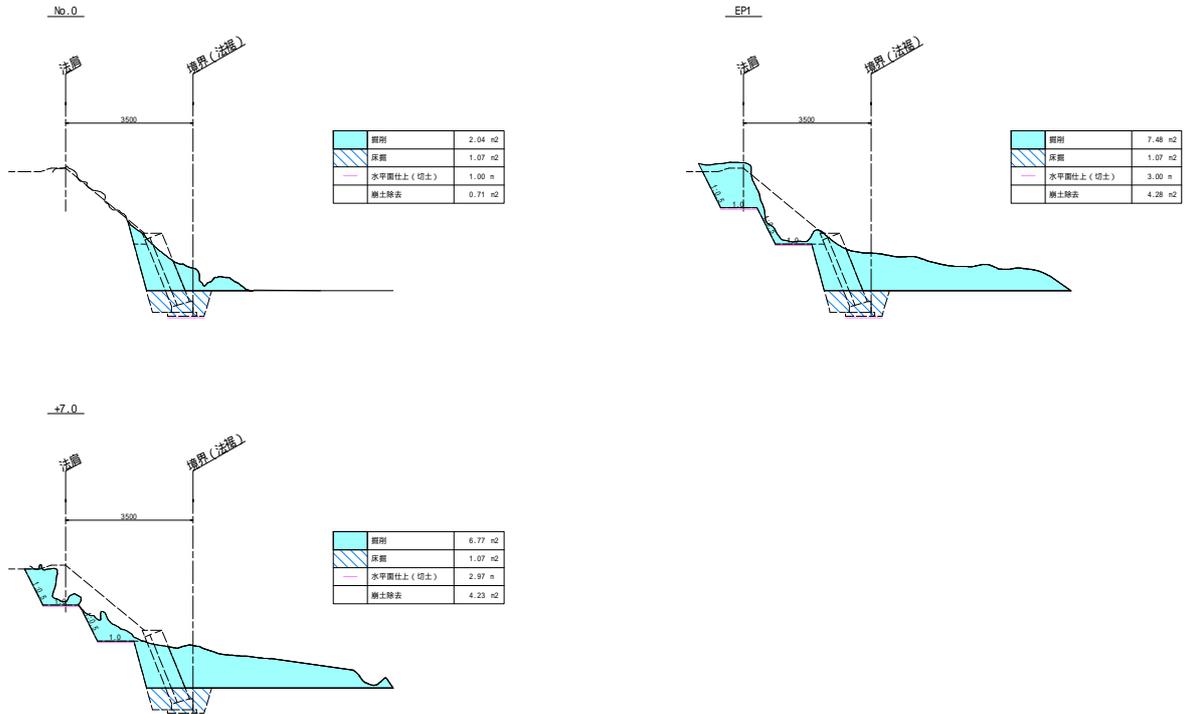
数量計算表(平均断面法)

土工(盛土工2)

法面仕上(盛土)					水平面仕上(盛土)					構造物周辺							
測点	半距離	断面積	平均断面	数量	備考	測点	半距離	断面積	平均断面	数量	備考	測点	半距離	断面積	平均断面	数量	備考
	m	m	m	m ²			m	m	m	m ²			m	m	m ²	m ³	
No0		2.7	-	-		No0		1.2	-	-							
No0+7.0	7.0	2.7	2.66	18.6		No0+7.0	7.0	1.2	1.21	8.5							
EP	0.9	2.7	2.66	2.4		EP	0.9	1.2	1.21	1.1							
合計	7.9	8.0		21.0		合計	7.9	3.6		9.6		合計					

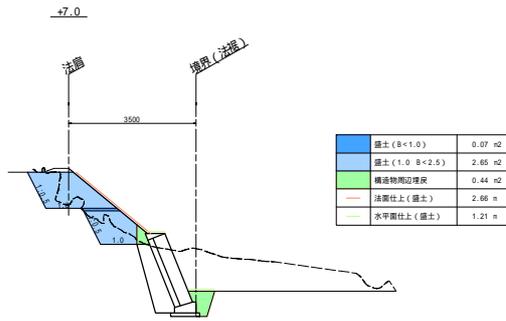
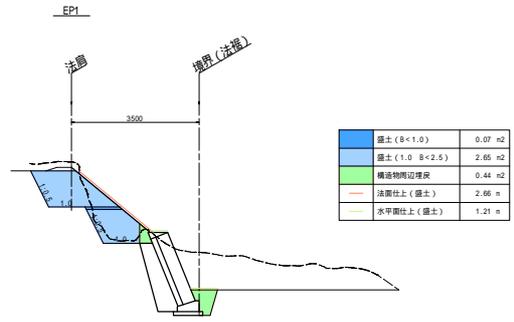
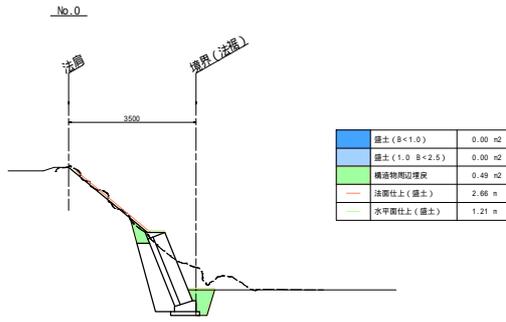
農地法面 土工横断図(掘削)

S=1/50



工事名	
図面名	
年月日	令和 5年 3月
尺 度	S=1/50 図面番号
作業機材	
計算機材	

農地法面 土工横断面(盛土)
S=1/50



工事名	
図面名	
年月日	令和 5年 3月
尺 度	S=1/50 図面番号
作業種類	
計画種類	