

令和7年度

I C T の林道事業への活用手法検討業務

報 告 書

令和8年3月

林野庁国有林野部業務課

目次

1. 調査の概要	1
1-1 調査の目的	1
1-2 調査方法	2
1-2-1 国有林林道の位置情報データの取得手法	3
1-2-2 3次元モデルの作成	4
1-2-3 出来形確認への活用手法	6
1-2-4 現地検証	7
2. 国有林林道の位置情報の取得方法	8
2-1 各種データの取得	8
2-1-1 地図（施業実施計画図）	8
2-1-2 GISデータ	10
2-1-3 地形データ	12
2-2 各データの比較	13
2-2-1 比較方法	13
2-2-2 点群データの編集	13
2-2-3 比較結果	15
2-2-4 データ比較のまとめ	17
2-3 航空レーザ測量成果から林道位置の作成	19
2-3-1 比較方法	19
2-3-2 データの収集と加工	19
2-3-3 林道データの作成	19
2-4 G空間情報センターにおいて公開されているデータ	20
3. 3次元モデルの作成	26
3-1 モバイル端末選定	26
3-2 モバイル端末用ソフトの選定	27
3-2-1 iPhone Pro や iPad Pro 用ソフト	27
3-2-2 ハンドヘルド型の Lidar_SLAM 計測器	28
3-3 現地調査箇所の概況	29
3-4 現地調査結果	37
3-5 データのモデル化	50
3-5-1 ノイズ除去	50
3-5-2 DEMデータの作成（ラスタ化）	52
3-5-3 GISでの確認	54
3-5-4 ベクタデータの追加	55

4. 出来形確認への活用手法	56
4-1 現地調査箇所の概要	56
4-2 出来形確認対象施設の選定	57
4-3 対象施設の測量	59
4-4 出来形確認の実施	61
4-5 出来形管理の事例収集	64
5. 現地検証	66
5-1 四国森林管理局管内	66
5-1-1 対象橋梁の概要	66
5-1-2 現地検証の実施	67
5-1-3 現地検証の結果	68
5-2 九州森林管理局管内	70
5-2-1 対象橋梁の概要	70
5-2-2 現地検証の実施	72
5-2-3 現地検証の結果	73
6. モバイル端末活用ガイド及びマニュアル（案）の作成	74

付属資料：モバイル端末活用ガイド及びマニュアル（案）

1. 調査の概要

1-1 調査の目的

近年ICTは、社会基盤、ハード、ソフトともに飛躍的に発展していることから、森林土木事業においても、ICTを積極的に活用することで、効率的な事業実施を目指している。しかし、ICTの活用には、都市部のような画一的な立地環境が適しているが、林地内の複雑な立地環境下、特に植生の影響を受ける箇所では、得られるデータの精度にバラツキが生じることからその活用が難しい。特に植生の影響を強く受ける調査及び測量業務では、その取り組みが遅れている。

また、近年の人口減少の影響を受け、森林土木事業の従事者不足が問題となっており、省力化や効率化は直近の大きな課題となっている。この課題については、ICTの中でも^{*1}L i D A R測量は、面的に地盤形状を短期間に取得することが可能で、従来の測角測距法と比較し、その計測時間は極端に短くなることから、現場作業の効率化を図ることが可能である。

上記の背景を受け、林野庁においても、ホームページ内にポータルサイトを設け、要領や指針、各種事例などをまとめて公開し、ICTの普及につとめている。本業務はその一環として、ICTの活用が遅れている林道事業においても、これまで以上の活用を図り、事業の効率化に資することを目的として本業務を実施する。

本業務は、林道の正確な位置情報の把握、施設管理、工事管理にICTの活用手法を検討し、業務の省力化・効率化を図ることを目的とする。

「令和7年度ICTの林道事業への活用手法検討業務仕様書」より抜粋

※1LiDAR測量：レーザー光を照射することで対象物までの距離や形状を把握する

1-2 調査方法

本調査の目的を達成するため、以下の仕様書に示された内容を実施するとともに、弊社独自の調査内容を追加することで、成果品の品質向上に資することとする。

本提案書では、以下の仕様書に示された業務内容を、「**国有林林道の位置情報の取得手法**」、「**3次元モデルの作成**」、「**出来形確認への活用手法**」、「**現地検証**」の4つに区分して示すこととする。なお、「国有林林道の位置情報データの取得手法」、「3次元モデルの作成」、「出来形確認への活用手法」については、いずれも手法の検討となっているが、本業務ではこれら新しい技術を広く普及する必要があると考え、ICTに関する知識が少ないものでも業務に活用できるよう、使用する機材やソフトの使用方法等をまとめた**モバイル端末活用ガイド及びマニュアル(案)**を作成することとした。

(1) 国有林林道の位置情報データの取得手法の検討

国有林林道の位置情報の把握に活用可能と判断される公共機関や民間企業等のオープンデータの情報（航空レーザ測量より得られる標高データや地形立体図等）を収集する。その際、取得方法やデータの使用方法について整理する。

(2) 3次元点群データを活用し、3次元モデルを作成する。

ア LiDAR 機能付きモバイル端末で取得可能な3次元点群データを使用し、国有林林道に設置されている各種構造物（擁壁、橋梁等）の正確な位置情報を取得する手法を検討する。

また、取得した点群データを3次元モデルに変換（3次元モデル化）する手法を検討の上、整理する。

イ アで取得作成した3次元モデルをGISへの取り込み手法を検討の上、整理する。

(3) 3次元点群データの出来形確認への活用手法の検討

測量機器を使用せずLiDAR機能付きモバイル端末により取得した3次元点群データによる出来形確認の手法を検討する。その際、ヒートマップ等を活用した面的な管理手法を検討の上、整理する。

(4) 現地検証

上記（2）～（3）で検討した各種手法を実際に現地において検証する。なお、検証箇所は、2箇所とし、四国森林管理局及び九州森林管理局管内の国有林林道で実施する。

「令和7年度ICTの林道事業への活用手法検討業務仕様書」より抜粋

1-2-1 国有林林道の位置情報データの取得手法

国有林林道の位置情報を把握する方法として、従来使用している地形図等の図面を元に把握する方法と、既存の GIS データを活用する方法、既存の地形計測結果から路体の形状を把握する方法がある。

本調査では、地形図、既存の林道データ、レーザ計測から把握される林道位置を比較し、活用可能であるか検証する。

地形図等の図面では、国有林林道が示されている図面が対象となる。国有林では、様々な縮尺の図面を公開しているが、本業務ではその表示範囲や地形の精度等を考慮して2万分1の「**施業実施計画図**」を活用することとする。

既存の GIS データでは、国有林林道がデータ化されたものが対象となる。現在公開されているデータとしては、林野庁で用いている「**国有林 GIS**」の林道データと国土地理院で公開している「**基盤地図情報**」があり、この二つを活用することとする。

地形計測では、国や都道府県等で計測した「**航空レーザ計測結果**」を活用することとする。

国有林 GIS やレーザ計測による標高データについては、様々な主体がその成果を公開している。現在、日本で公開されている地理空間情報データを有効活用するためのサービスである「G空間情報センター」が一般社団法人社会基盤情報流通推進協議会により運営されている。この「G空間情報センター」とは、産官学の様々な主体が様々な目的で整備している地理空間情報の有効活用と流通促進を図り、社会課題を解決するアクターの後方支援を行うためのプラットフォームである。この「G空間情報センター」では、DEM や微地形表現図などの無償のデータが 12,372 件記載されていて、組織別、カテゴリ別にデータの選択が可能である。一例として組織で林野庁を選択すると国有林 GIS データを含む 73 のデータセットが確認できる。本業務では、この「G空間情報センター」を活用することで、オープンデータの効率的な収集を行った。



以上の各種データから、最も正確な位置を把握する方法を検討し、その具体的な位置の把握方法を示すこととする。

- ・ 図面として施業実施計画図を、GIS データとして国有林 GIS 及び基盤地図情報を、地形計測では航空レーザ測量を用いる
- ・ 各種データの中で最も正確な位置を把握しているものとその方法を示す

1-2-2 3次元モデルの作成

モバイル端末等で手軽に点群データが取得可能となったことで、路線や施設などのデジタルデータ化が容易となった。これらデータには、位置情報や形状の情報以外にも様々な属性を付加することが可能である。この属性データに林道施設の情報を入れることでその維持管理を効率的に行うことが可能となる。具体的事例としてGIS上で橋梁を管理する場合を示すと、属性データとして、橋梁名、施工年度、橋長、形式、健全度、健全度調査年などを付与することで、GIS内で、ある一定の健全度を集計することや、鋼橋などの形式別に位置と数を集計することが可能となる。

① 3次元データの取得

3次元モデルを作成するためには、モバイル端末で取得した3次元点群データが必要となる。また、仕様書に示されている各種構造物（擁壁、橋梁等）の正確な位置情報を得るためには、公共座標の取得が必要である。基準点等が近傍にない山地において公共座標を得るためには、衛星からの電波を用いて位置を測位するGNSS測量が必要である。ただし、GNSS測量では電離層や対流圏の水分状況により伝達速度などの誤差が生じる可能性があるため、リアルタイムで補正情報を取得し、精度を高めるRTK-GNSS測量を用いることが適している。

よって、3次元点群データの取得とRTK-GNSS測量による正確な測位を同時に実施することで、正確な位置情報を持った3次元モデルの作成を図る。

② データ取得場所の選定

3次元点群データについては、植生の影響があげられるが、今回の対象物である構造物であれば、その植生の影響についても、事前に視認できるよう刈り払うことで対応が可能である。一方、RTK-GNSS計測は、衛星からの電波を取得することから、上空の開空率に大きく影響を受ける。上空の開空率では、樹木の樹冠によるうっ閉と、急峻な地形による山腹斜面の影響があげられる。よって、立地条件の異なる場所を選定し、RTK-GNSS計測について、計測可能な立地条件を把握する。

また、弊社では、これまでに林道橋梁点検業務や鋼橋塗料PCB含有調査業務を実施した経験があり、多くの林道橋の位置を把握している。このことから、地形条件の異なる林道橋を選定することが可能である。この弊社の業務実績をもって、以下の国有林林道での3次元データ取得を提案する。

緩傾斜地：茨城森林管理署管内 東飯田橋、押寄木橋

急傾斜地：東京神奈川森林管理署管内 大柵橋、まるお橋

③ 3次元モデルの作成

3次元点群データから3次元モデルを作成するためにはGISソフトや点群データ編集ソフトが必要となる。また、一般的に3次元点群データから作成される3次元モデルとして、メッシュデータと言われるラスタ形式（格子状にまとめられたピクセルの集まりで構成される）と、サーフェスデータと言われるTIN形式（Triangulated Irregular Network 不規則三角網）がある。また、構造物については、設計データから作成されるソリッド型（立体的な表現）やワイヤフレーム型（線で構造物を表現）などがあり、寸法や部材の種類等の属性情報を紐付けることが可能なモデルがある。

本業務では、現地で取得した3次元点群データをGISで活用することを目的としていることから、前述の形式の中でメッシュデータであるラスタ形式の3次元モデル（DEM等）を作成することとする。

- ・ 実際の構造物を対象に現地測量を実施する
- ・ 3次元点群データの取得は立地条件の異なる場所を選定する
- ・ 弊社の実績から本業務に適した現地を具体的に提案した
- ・ 3次元モデルについて現地計測から得られるメッシュデータを作成する

1-2-3 出来形確認への活用手法

Lidar_SLAM を活用した出来形確認を行うことで、地形及び構造物の形状を面的に把握することが可能となる。これまで点として把握していた測角測距法と比較すること、その測量にかかる時間は大幅に少なくなるとともに、必要人員も少なくてすむ。さらに、測量レンジにもよるが、ハンドヘルド型のものであれば数十メートルは計測範囲となるので、長く急峻な法切斜面などの測量を安全な位置から行うことが可能となり、作業の効率化と安全性の向上を図ることが可能となる。

出来形確認を行うためには、設計図書と施工後の3次元点群データが必要となる。よって、本業務では関東森林管理局管内の林道を対象として設計図書を入手すると共に、現地での計測を実施し、出来形確認への活用手法を検討した。

出来形確認の確認のための現地調査

対象森林管理署：関東森林管理局 日光森林管理署

対象林道：ヲソ沢林道（令和3年開設）

対象施設：排水施設（ボックスカルバート）

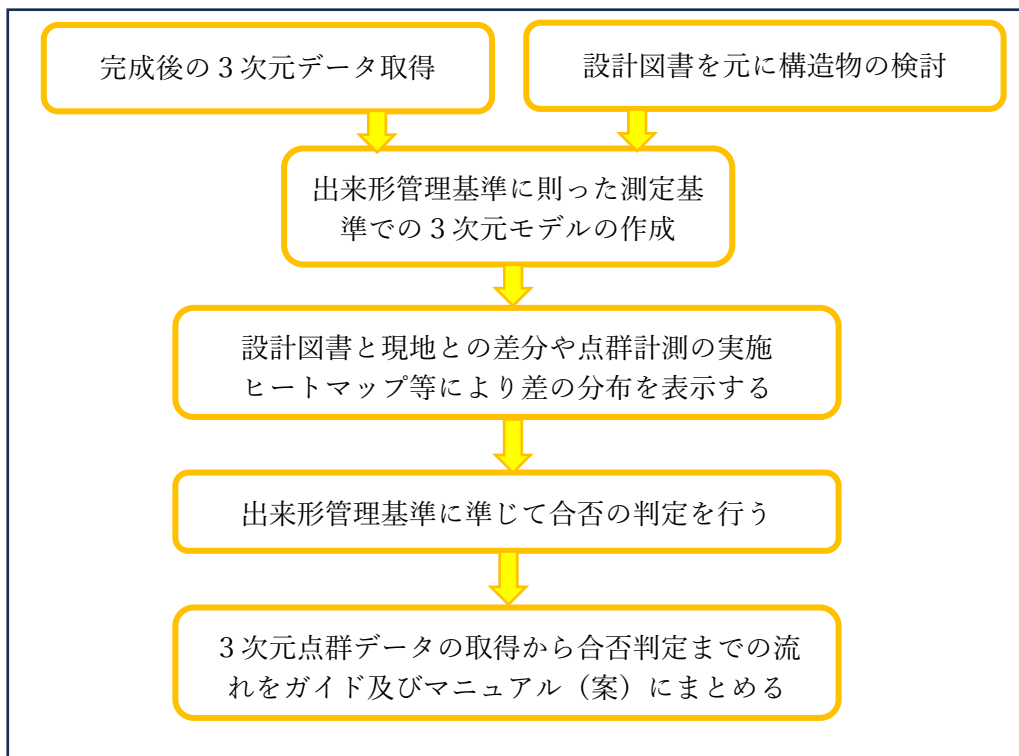


図 2-1 出来形確認の検討フロー図

- ・ 現地測量実施箇所の設計図書を入手し具体的な出来形管理方法を示す
- ・ ICTを活用した出来形管理の事例を収集する

1-2-4 現地検証

現地検証では、1-2-1 から 1-2-3 でまとめた内容を用いて国有林林道の位置の把握、3次元モデルの作成、出来形確認を実際の国有林林道で実施する。現地検証での検証内容をまとめると以下の様になる。また、実施する場所についても仕様書に示されている四国森林管理局及び九州森林管理局管内からそれぞれ、下記の場所を選定し実施した。

現地検証内容

- ・対象構造物の測量

対象構造物の現地において、モバイル端末を用いた測量を行い、対象物の形状を把握する。

- ・3次元モデルの作成

現地で3次元点群測量を行い、それを3次元モデルに変換するまでを行う。また、3次元点群測量の精度を確認するため、トータルステーション及びUAVレーザ測量により現地の検測を行い、3次元点群測量との差を検証する。

- ・出来形確認

3次元モデルを作成し設計図書との差を出来形管理基準に準じて判定する。

現地検証の対象地

四国森林管理局

対象施設：橋梁（桑乃川橋）

所在地：高知県香美市物部山崎字宮の上地内

九州森林管理局

対象施設：橋梁（東折田代1号橋）

所在地：宮崎県都城市吉之元町

2. 国有林林道の位置情報の取得方法

国有林林道の位置を把握するため、地図から位置を把握する方法、GIS データから位置を把握する方法、地形データから位置を把握する方法を行うこととした。本業務では、関東森林管理局管内の神奈川森林計画区の「世附」を事例として取り上げ、各データにおける国有林林道の位置について検討することとする。

2-1 各種データの取得

2-1-1 地図（施業実施計画図）

国有林では「森林位置図（5 万分の 1）」、「施業実施計画図（2 万分の 1）」、「森林基本図（5 千分の 1）」の 3 つの図面が主に使用されている。今回林道の位置を把握するために使用した施業実施計画図は、国有林の林班、林小班等の境界や林道や作業道等の路網、森林の機能類型、保安林等の法指定、森林管理や造林、伐採などの具体的な施業計画を示したものである。

これら図面類は、森林管理局のホームページ内で公開され、誰でもダウンロードすることが可能である。

各種国有林の図面（東京神奈川森林管理署・小笠原総合事務所）					
森林計画区名	【都県名】 市町村名	森林位置図 (5万分の1)	施業実施計画図 (2万分の1)	森林計画図（基本図） 一覧表	森林計画図（基本図） (5千分の1)
多摩 <small>New!</small>	【東京都】 八王子市	多摩1-1(PDF: 4,541KB)	多摩1-1(PDF: 6,856KB)	基本図一覧表(PDF: 50KB)	基本図一覧表の片番号 1~6(PDF: 18,254KB)
伊豆諸島	【東京都】 八丈町、三宅村、 青ヶ島村、神津島 村、小笠原村	伊豆諸島1-1(PDF: 3,533KB)	伊豆諸島2-1(PDF: 6,445KB) 伊豆諸島2-2(PDF: 5,024KB)	基本図一覧表(PDF: 28KB)	1~12(PDF: 11,810KB) 13~23(PDF: 8,042KB)
神奈川	【神奈川県】 相模原市、山北 町、 秦野市、箱根町、 湯河原町	神奈川1-1(PDF: 13,430KB)	神奈川4-1(PDF: 5,845KB) 神奈川4-2(PDF: 7,392KB) 神奈川4-3(PDF: 7,014KB) 神奈川4-4(PDF: 6,384KB)	基本図一覧表(PDF: 19KB)	1~10(PDF: 5,468KB) 11~20(PDF: 6,506KB)

図 2-1 森林管理局ホームページ内のダウンロード用ページの事例

この施業実施計画図に林道の位置及び線形が示されているので、その位置情報を実際の位置と検証することとする。

2-1-2 GISデータ

① 国有林GISデータ

国有林GISのデータは、調査方法で示した「G空間情報センター」から取得することが可能である。このG空間情報センターでは、国有林GISとして「林班区画」、「林小班区画」、「林道」のファイルをシェープファイル（shp）で公開している。



図 2-3 G空間情報センター内の国有林GISデータ取得ページ

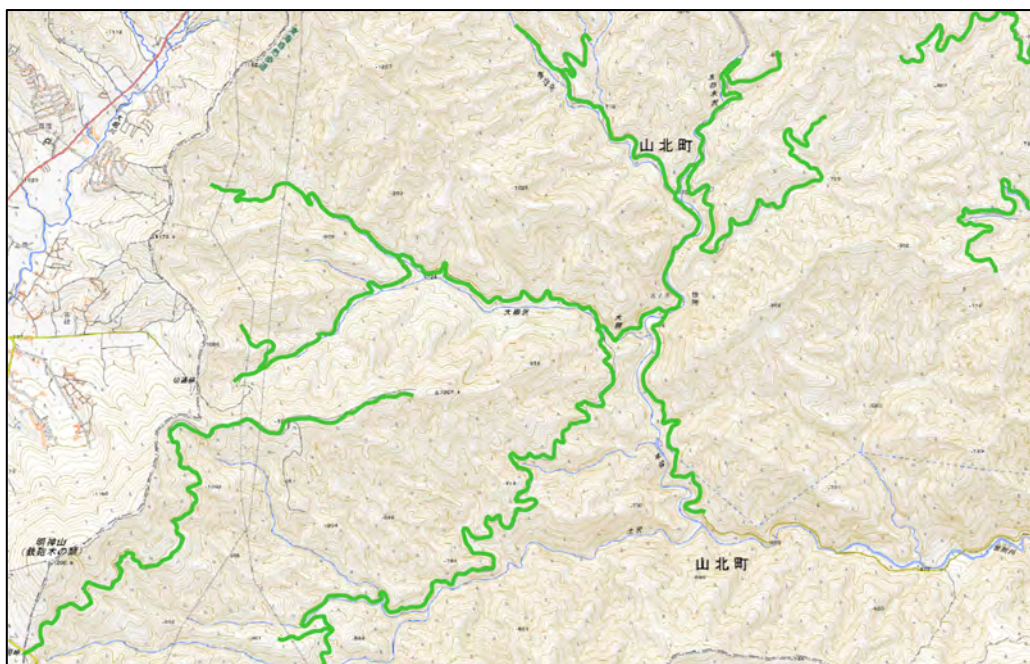


図 2-4 国有林GISの林道データ表示例 (背面：国土地理院標準図)

② 基盤地図情報データ

基盤地図情報データは、国土地理院のホームページから取得することが可能である。この基盤地図情報には、下図のように 10 種類のデータが納められている。今回はこの中から「道路縁」及び「軌道の中心線」を取得した。

提供時期	種類	整備項目	ファイル単位	整備範囲	精度
2014-07-31以降 (平成26年)	基盤地図情報 基本項目	測量の基準点 海岸線 行政区画の境界線及び代表点 道路縁 軌道の中心線 標高点 水涯線 建築物の外周線 市町村の町若しくは字の境界線及び代表点 街区の境界線及び代表点	2次メッシュ	全国	縮尺1/2,500相当 (都市計画区域) 縮尺1/25,000相当 (都市計画区域外)

図 2-5 基盤地図情報の基本項目の種類と概要

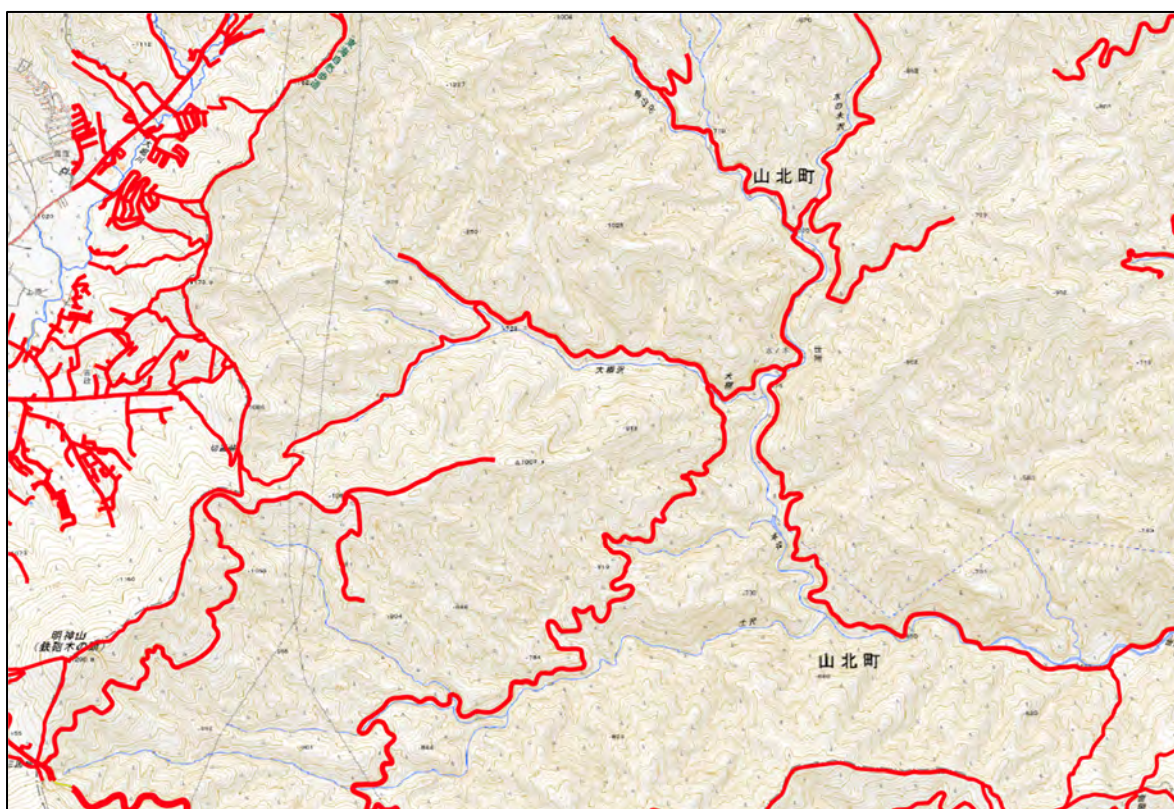


図 2-6 基盤地図情報データ表示例 (背面：国土地理院標準図)

2-1-3 地形データ

地形データで、林道の位置を把握するためには、広域のデータが必要となる。そこで、航空レーザ測量が最も適している。前項でも活用した G 空間情報センターでは、航空レーザ測量の成果として点群データも公開されている。ここでは、神奈川県「デジタル戦略本部室」という部署で公開されている「神奈川県 県西部 3次元点群データ」を使用することとする。

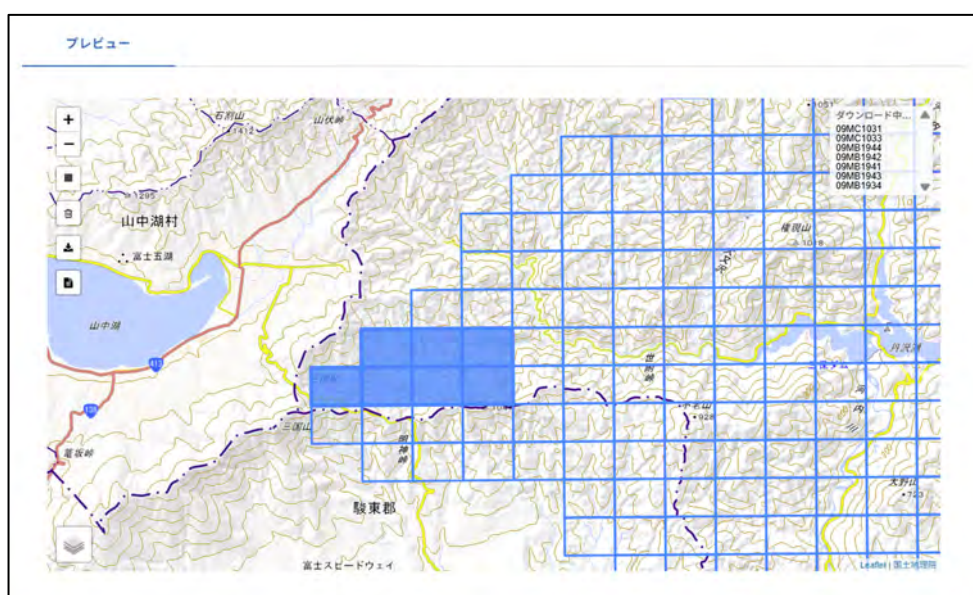


図 2-7 G 空間情報センター内の点群データの取得ページ



図 2-8 オリジナル点群データ

2-2 各データの比較

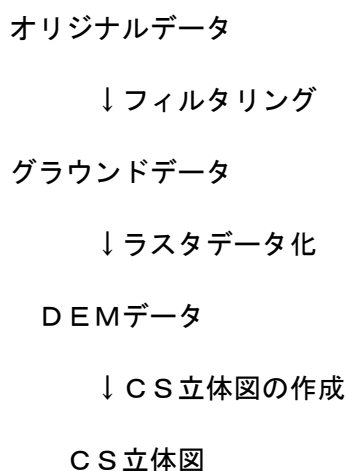
2-2-1 比較方法

今回収集したデータについて、それぞれ比較検討を行うこととする。その比較検討に当たっては、GISソフトにより、各データをレイヤとして取り込みその位置の違い等を比較する。なお、本調査で使用したGISソフトはオープンソースの地理情報システムである「QGIS」を用いた。

また、今回のデータの中では、地形データとして収集した航空レーザ測量が最も実際の林道の位置を表していると想定される。よって、航空レーザ測量のデータが正しいものとして、他のデータの精度を確認する。

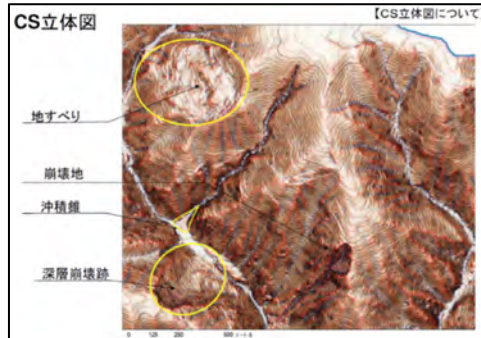
2-2-2 点群データの編集

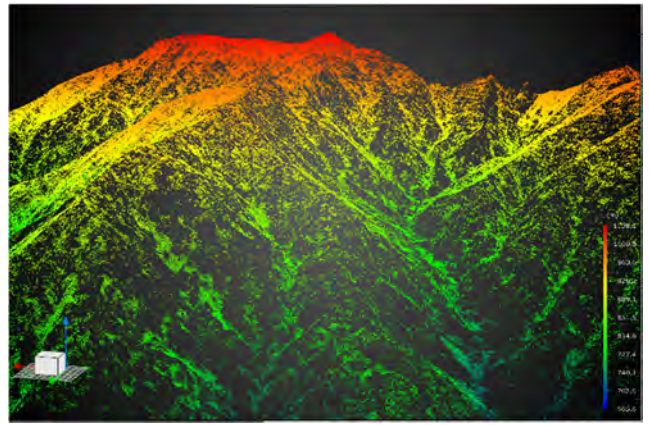
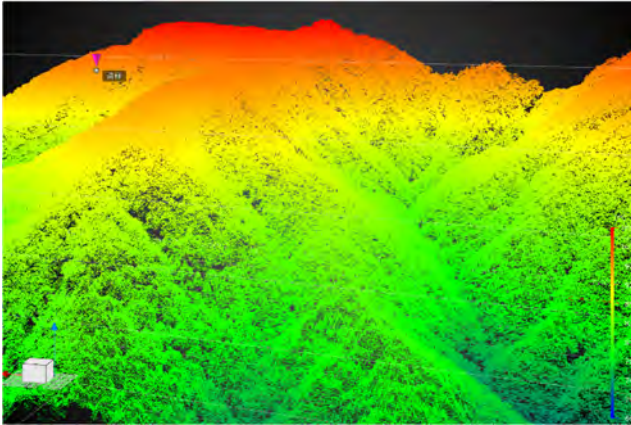
ダウンロードした点群データは、オリジナルデータであったことから、グラウンドデータとするためのフィルタリングと、グラウンドデータから林道である路体を識別しやすいよう、CS立体図の作成を行った。なお、CS立体図の作成方法は、ガイド及びマニュアル（案）のマニュアル編のQGISの項で示す。



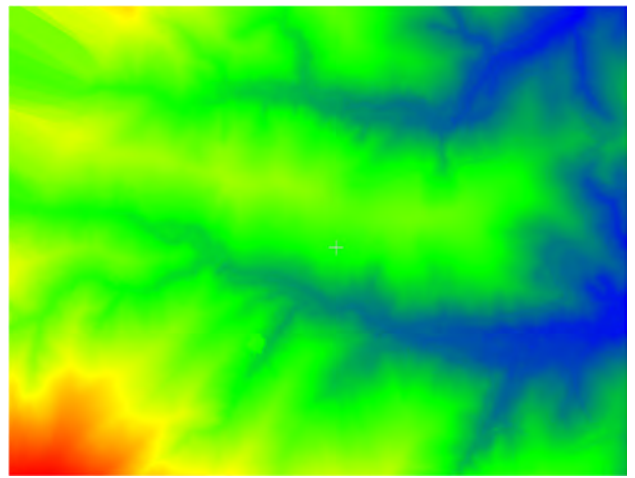
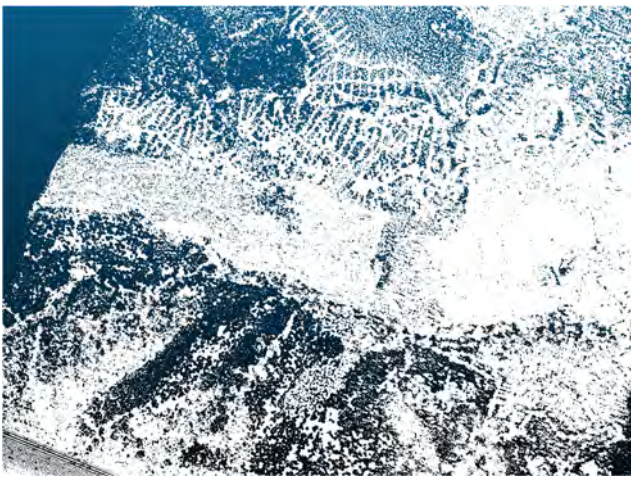
参考：CS立体図

CS立体図は、長野県林業総合センターが考案した地形表現図で、曲率（Curvature）と傾斜（Slope）との組み合わせにより、視覚的・直感的な地形判読を可能としたものである。右上図の様に微地形が強調されて表現されるため、林道等の人工物を把握することが容易となる。

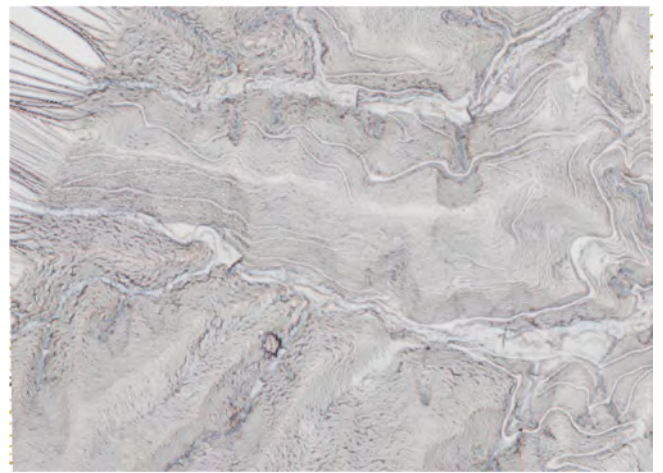
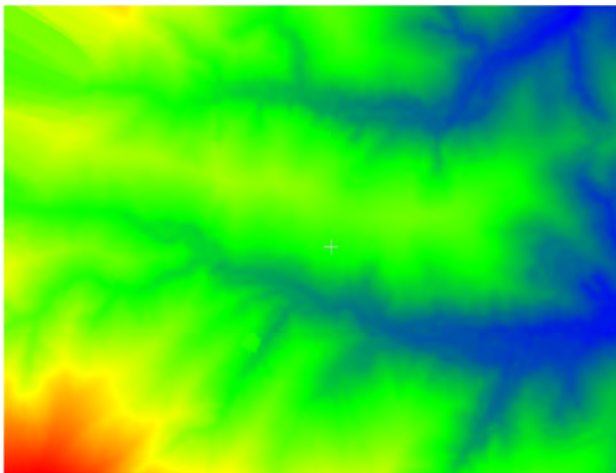




オリジナルデータ → フィルタリング → グラウンドデータ



グラウンドデータ → ラスタデータ化 → DEM データ (0.5×0.5m)



DEM データ → CS 立体図の作成 → CS 立体図

図 2-9 オリジナル点群データから CS 立体図作成までの流れ

2-2-3 比較結果

①地図上の位置とGISデータの比較

関東森林管理局からダウンロードした施業実施計画図をQGIS上でインポートし、国土地理院標準図などを参考に位置合わせ（ジオリファレンス）を行った。その結果と、G空間情報センターからダウンロードした国有林GISの林道のシェープファイル、国土地理院の基盤地図情報からダウンロードした道路縁のシェープファイルを合わせて表示すると以下の様になる。

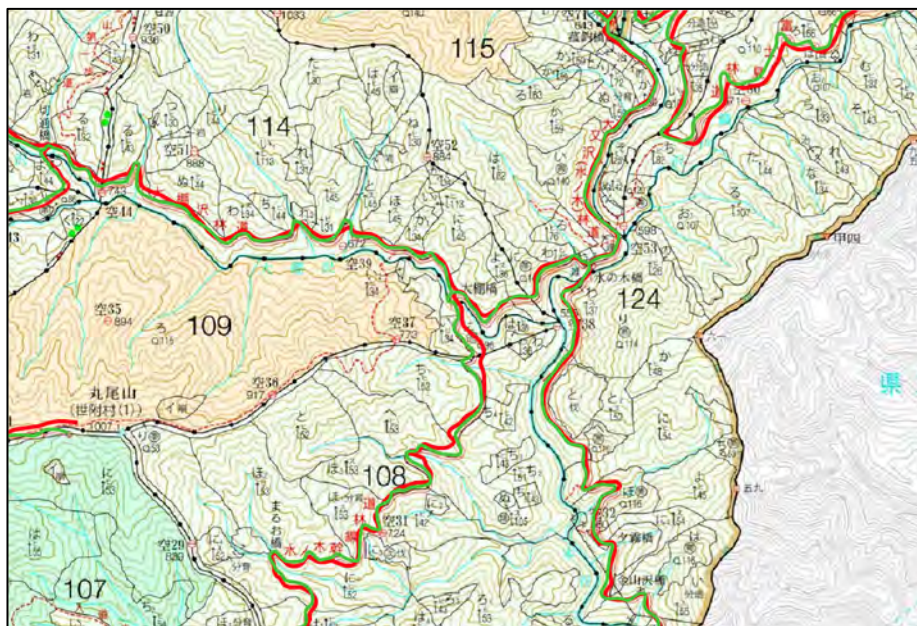


図 2-10 図面とGISファイルとの比較

(緑線：国有林GIS、赤線：基盤地図情報)



図 2-11 図面とGISファイルとの比較 (拡大図)

(緑線：国有林GIS、赤線：基盤地図情報)

図 2-10 の縮尺では、図面、国有林GIS、国土地理院のデータは概ね合っているように見える。しかし、図 2-11 の拡大図を見ると、基盤地図情報のデータは国

有林GISよりも位置の違いが大きいことが分かる。

②地形データでの林道の位置と地図上の位置及びGISデータの比較

G 空間情報センターからダウンロードしたオリジナルデータから、林道の位置がわかりやすいCS立体図を作成したものと、前項の地図上の位置及びGISデータを比較することとする。ただし、CS立体図と地図データは共にラスターデータであることから、重ねて表示するとその判断が困難である。よって、地図データ上の林道の位置をあらかじめベクターデータ化して比較した。

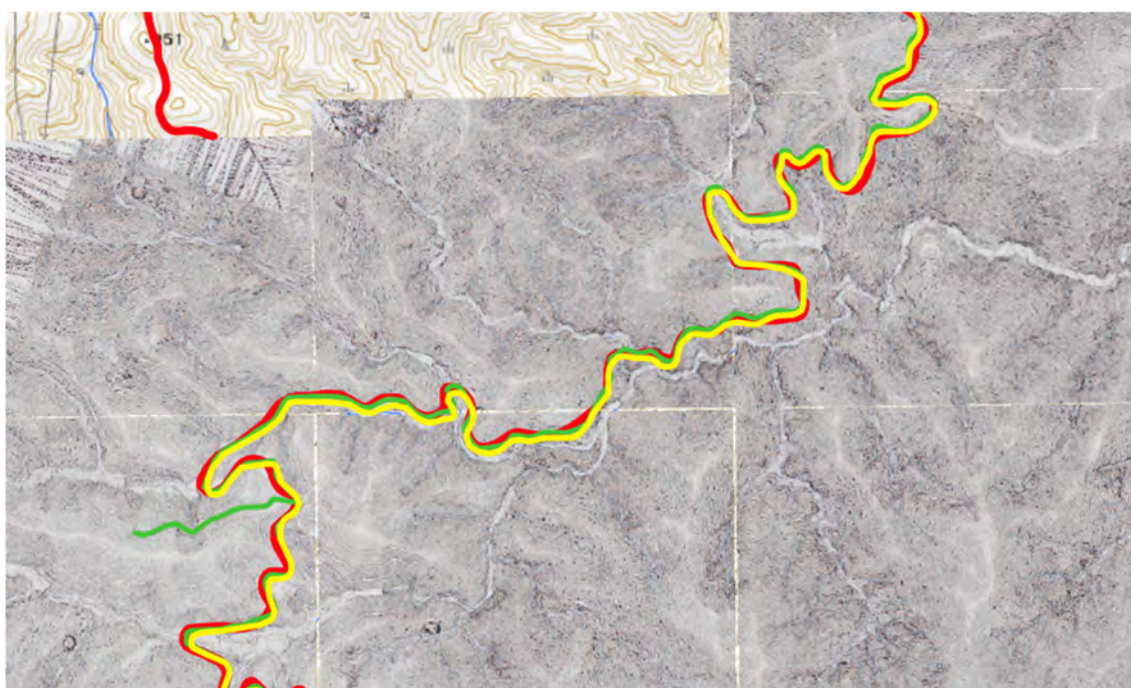


図 2-12 CS 立体図と図面及びGIS ファイルとの比較
(緑線：国有林GIS、赤線：基盤地図情報、黄線：施業実施計画図)

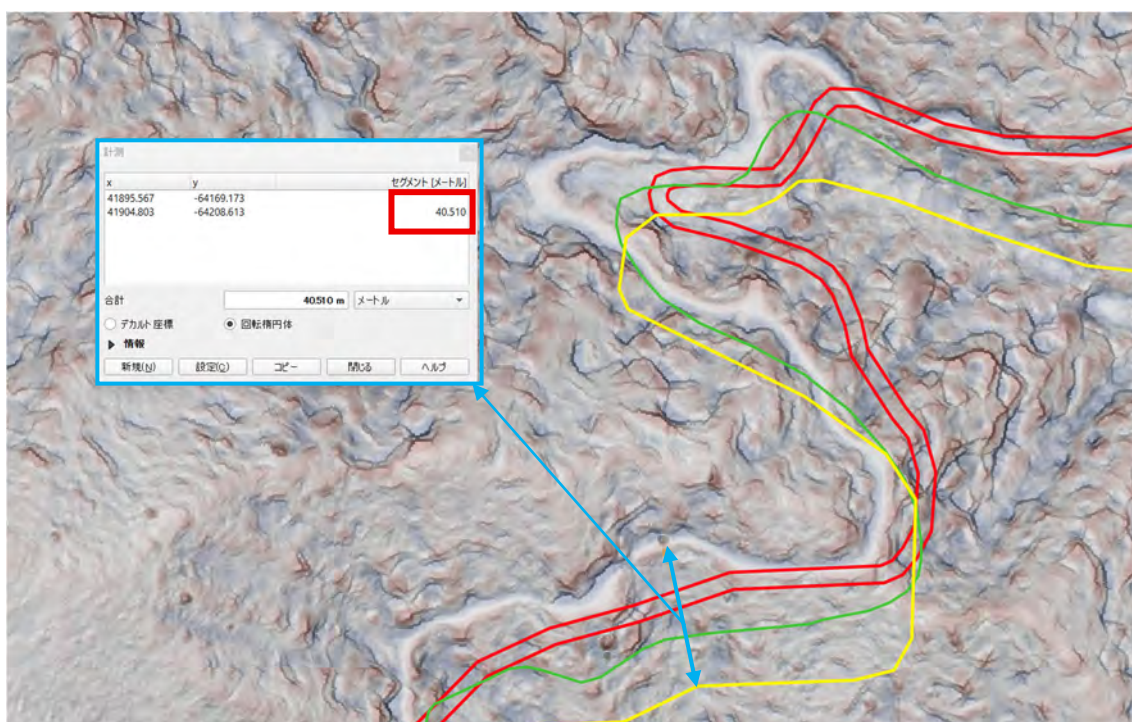


図 2-13 C S 立体図と図面及びG I S ファイルとの比較 (拡大)
 (緑線：国有林G I S、赤線：基盤地図情報、黄線：施業実施計画図)

比較的大きな縮尺では、各データの違いは分からないが、図 2-13 の様に拡大した場合、その差が明確となる。施業実施計画図、国有林G I S、基盤地図情報ともに地形データで示された林道の位置と差が見られた。差の大きなところで 40m もの違いが見られた。

2-2-4 データ比較のまとめ

以上の検討から、入手作業、編集作業、位置の精度に分けてまとめると以下の様になる。

表 2-1 各種データの特徴

	入手作業	編集作業	位置の精度
図面 (施業実施計画図)	◎	○	△
国有林G I S (林道シェープファイル)	◎	◎	△
基盤地図情報 (道路縁シェープファイル)	○	○	×
地形データ (航空レーザ測量)	○	×	◎

・入手作業

入手作業では、施業実施計画図と国有林GISが最も入手しやすい理由として、施業実施計画図は森林管理局のホームページから対象の図面を容易にダウンロード可能である点、国有林GISでは、対象の森林管理署全てのシェープファイルを一度にダウンロード出来る点が上げられる。

一方、基盤地図情報や地形データとしての航空レーザ測量の成果は、一つの図幅が概ね国有林の基本図（5000分の1）程度であることから、ある一定の広さを目的とした場合、数多くのファイルをダウンロードする必要がある。

・編集作業

編集作業では、図面では位置合わせ（ジオリファレンサ）作業が必要である。また、基盤地図情報では、前述で示したように複数ファイルを取り扱うことから、複数ファイルのインポートや結合等の作業が必要となる。

航空レーザ測量の結果については、前述したCS立体図の作成方法で示した様にフィルタリングやラスタ化、CS立体図の作成等の作業が必要で、複数のソフトを使用する必要がある、ある程度の知識と作業時間が必要となる。

それらと比較して、国有林GISの林道シェープファイルは、ダウンロード後にそのままインポートするだけで、対象の森林管理署管内の林道データが一度に読み込むことが可能となり、編集作業は一切無い。

・位置の精度

位置の精度は、前項の比較結果で示したように、施業実施計画図と国有林GISが同等で基盤地図情報はやや劣る。

○総括

- ・位置精度を要求しないような調査で、かつ国有林野内の作業においては、国有林GISの林道シェープファイルが適している。
- ・国有林野外の民有林等で主要な林道については、基盤地図情報が適している。
- ・施設管理のため詳細な位置や出来形確認を公共座標で行う様な、小規模ではあるが詳細な位置情報を把握するためには、航空レーザ測量の成果から林道の位置を把握することが適している（具体的手法を次項で示す）。

2-3 航空レーザ測量成果から林道位置の作成

2-3-1 作成方法

林道の位置を把握するためには、航空レーザ測量等の地形を把握したデータを活用することが、最も現地との整合性が高くなる。この地形データを基に林道位置を作成する方法の一例を示すこととする。

地形データから地物を把握する方法は、現在 A I 等を活用した自動認識の技術もかなり進歩している。しかし、ここでは最も単純な方法として、前述のデータの比較で示した C S 立体図を基に道路の位置を視認し、そこにベクタデータを追加する方法を示すこととする。

2-3-2 データの収集と加工

必要なデータは、グラウンドデータである。グラウンドデータには、点群や DEM 等のラスタデータ、等高線などのベクタデータなどがある。点群の中にも不規則な点群や格子状に揃ったグリッドデータなどがある。今回の場合はラスタの DEM データが必要となることから、他の形式のデータの場合、適正なサイズの DEM データを作成する必要がある。

DEM データが準備出来れば、QGIS を用いて C S 立体図を作成する。

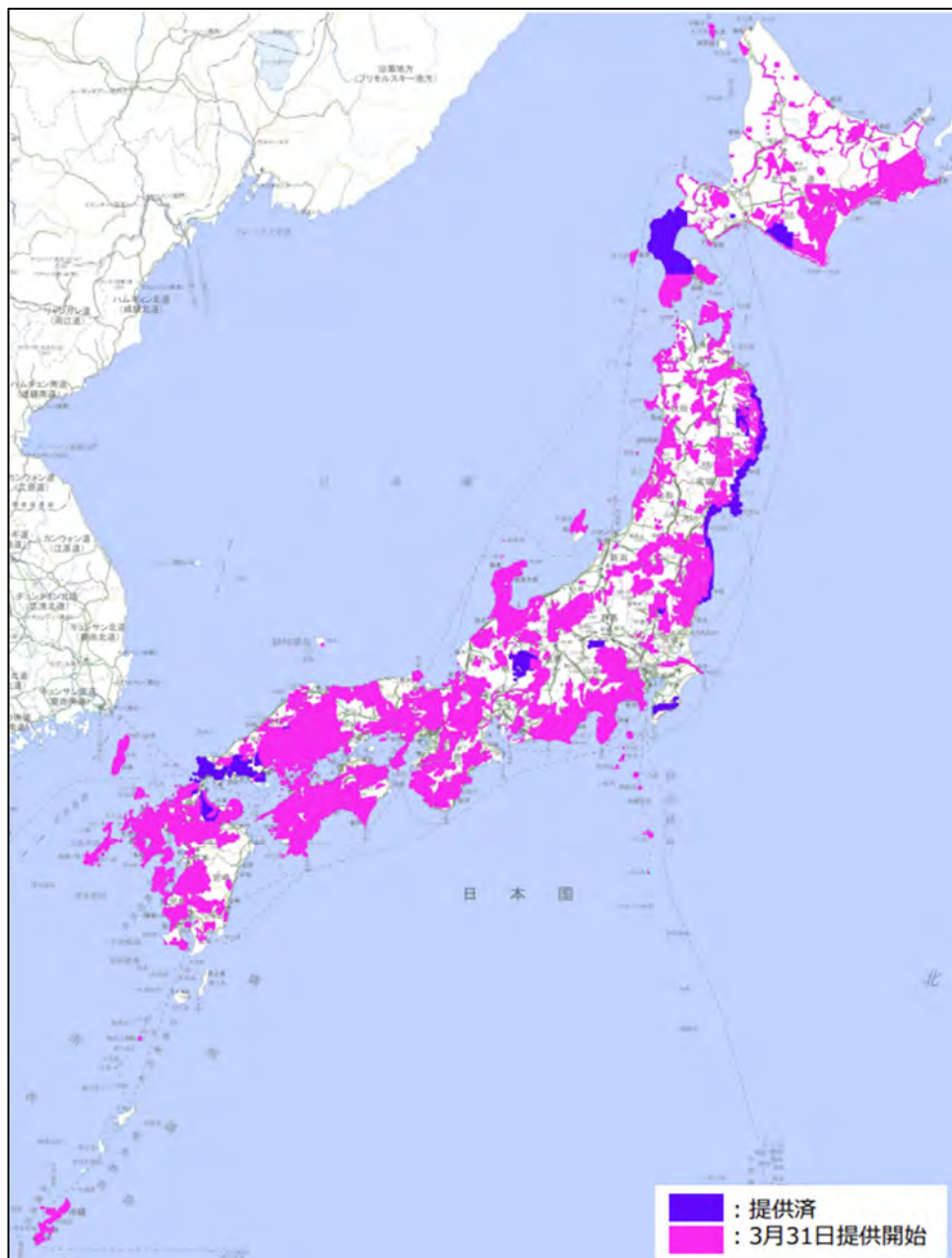
2-3-3 林道データの作成

C S 立体図が作成できれば、C S 立体図の道路敷と視認できる箇所に、ベクタデータを作成する。

なお、C S 立体図の作成及びベクタデータの追加方法についてはマニュアル編の「3-2QGIS による活用」を参照のこと。

2-4 G空間情報センターにおいて公開されているデータ

G 空間情報センターでは、様々な組織で測量された多様なデータが公開されている。令和 5 年 3 月には、国土地理院において航空レーザ測量データを基に作成した 1mメッシュの公開が発表され、以下の図に示す範囲が公開されている。



また、G 空間情報センターにおいて、令和 7 年で公開されているデータから、地形情報である点群及び DEM データに特化して、カテゴリが都道府県として公開されて

いるものとカテゴリが林野庁として公開されているものを取りまとめると以下の様になる。なお、岐阜県などの様に標高データから加工したCS立体図や微地形図、傾斜区分図などの標高以外の場合は下表に含んでいない。また、この公開データは現在も増加しており、本報告書で示す情報は2026年3月時点のものであることに留意する必要がある。

表 2-2 カテゴリが都道府県で公開されている点群及びDEM データ

区分		規格	カバー率
全国		1m	46%
●	国土地理院 数値標高モデル	5m	不明
	https://service.gsi.go.jp/kiban/	10m	100%
東京都（デジタルツイン推進プロジェクト）		0.25m	約100%（目視）
●	東京都デジタルツイン実現プロジェクト 区部点群データ		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/tokyopc-23ku-2024		
●	東京都デジタルツイン実現プロジェクト 多摩地域点群データ		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/tokyopc-tama-2023		
●	東京都デジタルツイン実現プロジェクト 島しょ地域点群データ		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/tokyopc-shima-2023		
神奈川県		0.5m	約100%（推測）
●	神奈川県 横浜北部、川崎3次元点群データ （横浜市、川崎市、相模原市、大和市、逗子市）		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/kanagawa-2022-pointcloud		
●	神奈川県 横浜南部、湘南、横須賀三浦3次元点群データ （横須賀市、鎌倉市、逗子市、三浦市、葉山町、藤沢市、茅ヶ崎市、平塚市、大磯町、二宮町、厚木市、海老名市、伊勢原市、寒川町、横浜市、大和市、綾瀬市）		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/kanagawa-2021-pointcloud		
●	神奈川県 県中部3次元点群データ （相模原市、秦野市、厚木市、伊勢原市、海老名市、座間市、寒川町、愛川町、清川村）		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/kanagawa-2020-1-pointcloud		
●	神奈川県 県西部3次元点群データ （小田原市、南足柄市、中井町、大井町、松田町、山北町、開成町、箱根町、真鶴町、湯河原町）		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/kanagawa-2019-pointcloud		
●	神奈川県 相模原3次元点群データ （相模原市緑区）		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/kanagawa-2020-2-pointcloud		
栃木県		0.5m	60%以上（目視）
●	栃木県「数値標高モデル(DEM)0.5m」〈G空間情報センター〉		
	https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem05_tochigi		

静岡県 (VIRTUAL SHIZUOKA)	0.5m	約100% (目視)
● VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 富士山南東部・伊豆東部 点群データ https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/shizuoka-2019-pointcloud		
● VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 伊豆西部 点群データ https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/shizuoka-2020-pointcloud		
● VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 富士山および静岡東部 点群データ https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/shizuoka-2021-pointcloud		
● VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 中・西部 点群データ https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/virtual-shizuoka-mw		
● VIRTUAL SHIZUOKA 静岡県 北部 (南アルプス) 点群データ https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/shizuoka-2022-pointcloud		
長野県	0.5m	約80% (目視)
● 長野県 _0.5mDEM (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/nagano-dem		
山梨県	0.5m	約100% (目視)
● 山梨県点群データ (航空LP・MMS) (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/yamanashi-pointcloud-2024		
石川県	0.5m	約70% (目視)
● 林野庁・数値標高モデルDEM 0.5m (能登地域2024) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/rinya-dem-noto2024		(能登半島のみ)
新潟県	0.5m	約10% (目視)
● 林野庁・数値標高モデルDEM 0.5m (長岡地域2024) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/rinya-dem-nagaoka2024		(長岡地域のみ)
富山県	0.5m	50%以上 (目視)
● 富山県 数値標高モデル (DEM) (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem		
京都府	0.5m	約100% (目視)
● 京都府「数値標高モデル (DEM)」 (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem05_kyoto		
大阪府	0.5m	約100% (目視)
● グラインドデータ (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/270008_grounddata		
兵庫県	0.5m	約100% (目視)
● 兵庫県 50cmメッシュ DEM (2021~2022年度) (G空間情報センター) https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/2022-hyougo-geo-dem		

鳥取県	0.5m	約100% (目視)
● 鳥取県「数値標高モデル(DEM)0.5m」〈G空間情報センター〉		
https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem05_tottori		
愛媛県	0.5m	約100% (目視)
● 愛媛県「数値標高モデル(DEM)0.5m」〈G空間情報センター〉		
https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem05_ehime		
高知県	0.5m	約100% (目視)
● 高知県「数値標高モデル(DEM)0.5m」		
https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/dem05_kochi		

表 2-3 カテゴリが林野庁で公開されている点群及び DEM データ

平成30年7月豪雨・DEM/微地形表現図/グラウンドデータ (林野庁加工) (岡山県・広島県)
令和6年能登半島地震・DEM/微地形表現図/グラウンドデータ (林野庁加工)
令和2年7月豪雨・DEM/微地形表現図/グラウンドデータ (林野庁加工)
徳島県 (那賀・海部川森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
徳島県 (吉野川森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
三重県 (北伊勢森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
大分県 (大分南部森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
長野県 (伊那谷森林計画区)・樹種ポリゴン/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
山形県 (庄内森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
愛知県 (尾張西三河森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
愛知県 (東三河森林計画区)・樹種ポリゴン/林相識別図/DCHM/DEM/微地形表現図 (林野庁加工)
京都府・DEM/微地形表現図/樹種ポリゴン (林野庁加工)
山梨県・微地形表現図/DEMマップタイル/DCHM (林野庁加工)
東京都 (多摩地域)・微地形表現図マップタイル (林野庁加工)
神奈川県・DEM/微地形表現図/DSM/DCHM/林相識別図/樹種ポリゴン (林野庁加工)
滋賀県・DEM/微地形表現図/DCHM/林相識別図/樹種ポリゴン (林野庁加工)
宮城県・DEM/微地形表現図マップタイル (林野庁加工)
長崎県・微地形表現図/DEM/林相識別図/樹種ポリゴン (林野庁加工)
愛媛県・DEM/樹種ポリゴン (林野庁加工)
富山県・DEM/DCHM/林相識別図マップタイル (林野庁加工)

【参考】航空レーザ測量データポータルサイト

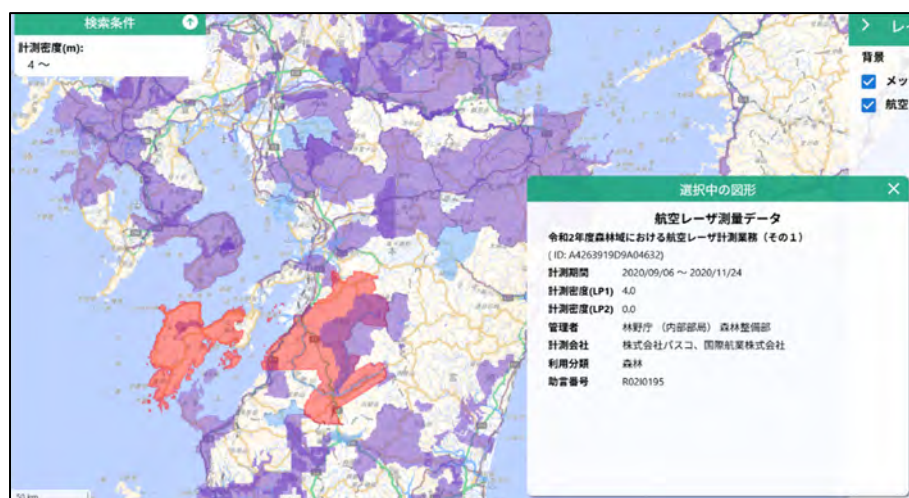
既存の航空レーザ測量結果を把握する方法として、G 空間情報センター以外にも、航空レーザ測量ポータルサイトが、公益法人日本測量調査技術協会により運営されている。ただし、このサイトでは航空レーザ測量の履歴のみが確認可能で、測量結果を取得することは出来ない。ただし、管理者や計測会社の情報を閲覧できることから、問い合わせることが出来る。

ポータルサイトのトップからは、地域や計測期間、管理者、計測会社、機材、計測密度（点/m²）などの設定が可能で、目的とする航空レーザ測量結果を限定することが容易である。

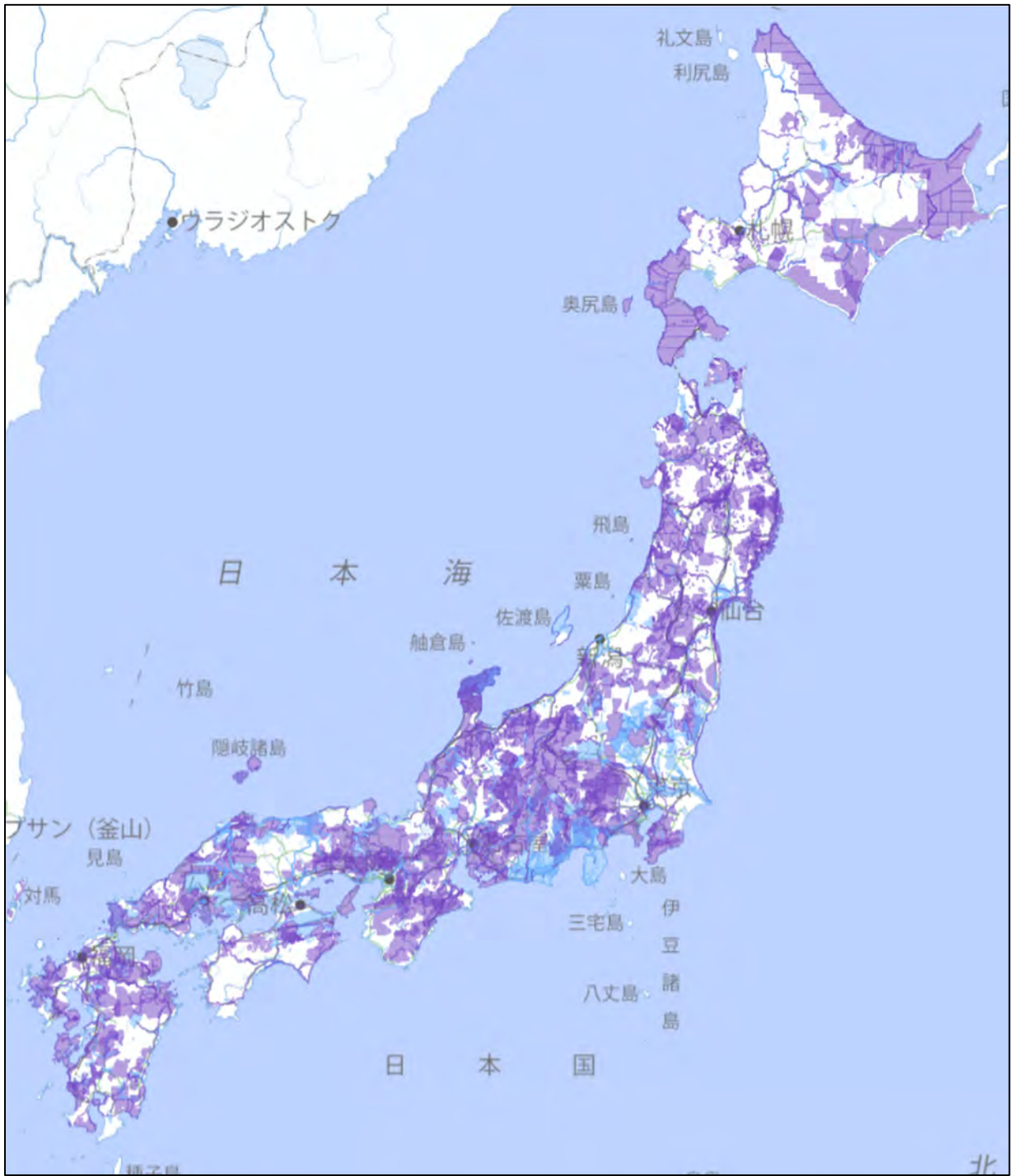
航空レーザ測量データポータルサイト URL : https://sokugikyo.com/laser_portal/



ポータルサイトのトップ画面



選択したデータの情報表示画面



4点/m²以上の航空レーザ測量成果分布図

3. 3次元モデルの作成

前述した調査方法において示した様に、施設の正確な位置情報を得るため RTK-GNSS を用いたモバイル端末による地形測量を行う。また、測量の対象物として橋梁を選択し、既存資料に示されている橋長と比較することで、モバイル端末による測量の精度を確認することとする。

3-1 モバイル端末の選定

モバイル端末とは、3次元点群測量を行うことが可能であり、かつ携帯可能な機材とし、現時点で汎用化されている **iPhone Pro や iPad Pro 及びハンドヘルド型の Lidar_SLAM 計測器** の2機種をモバイル端末とする。

一般的な機材として携帯電話やタブレットに Lidar_SLAM による3次元点群測量機能が付与されたものがある。代表的なものとして、Apple 社の iPhone Pro や iPad Pro がこれに該当する。これら機種には様々なソフトが開発されており、中には RTK-GNSS 測量と連携することで、公共座標を持ったサービスも見られる。



図 3-1 対象機材の例

3-2 モバイル端末用ソフトの選定

3-2-1 iPhone Pro や iPad Pro 用ソフト

2020年に iPhone Pro や iPad Pro に Lidar_SLAM センサーが搭載されてから、様々なソフトが開発されており、その一例をまとめると以下の表ようになる。

表 3-1 iPhone Pro や iPad Pro で使用可能なソフト一覧表

アプリ名	主な用途・特徴	対応デバイス	出力形式	価格及び付属品等
① Polycam 3D Scanner, LIDAR, 360	 部屋・空間スキャン・オブジェクト・フォトグラメトリ及びLIDARwo利用して3Dモデル化を行う。ただし、写真モードの枚数上限解除やエクスポートを行うためには有料版への登録が必要となる。	LIDAR搭載 iPad/ iPhone 要。	OBJ/DAE/FBX/STL/ DXF/PLY 等から選択可能である。	月額：約3,300円 年額：約22,000円
② SiteScape LIDAR Scanner & CAD	 建築・施工・既存施設のスキャンが可能で、建築・BIM用途に特化している。ただし、無料版には制限があり、複数ファイルのクラウド同期やエクスポート等には有料版への登録が必要となる。	iPad Pro (2020年以降) など、Apple のLIDAR搭載モデル必須。	点群形式としてRCR E57, PLY 等から選択可能である。	月額：約5,700円 年額：約48,800円
③ 3D Scanner App - LIDAR Scanner for iPad & iPhone Pro	 手軽な3Dスキャン・オブジェクトスキャン用。	LIDAR搭載機種が望ましい。	各種3Dフォーマット出力あり。	CamToPlan PREMIUM:4,500円 フルバージョン：8,000円
④ CamToPlan 3D Scanner & LIDAR	 フロアプラン作成・測定用途。LIDAR + ARで部屋の寸法・間取りを素早く取得。	LIDARセンサー搭載Appleデバイス (iPad Pro 2020/2021含む)	フロアプラン/PDF出力。測定モードあり。	無料
⑤ Scaniverse	 高速・手軽に3Dスキャンが可能で、LIDARとフォトグラメトリ双方に対応していることから、LidarSLAM機能がない携帯端末でも利用可能。また、全ての機能が無料である。	iPad (A12チップ以降) やLIDAR搭載モデルが望ましい。	メッシュ/スプラッシュ形式：OBJ/FBX/GLB/USDZ/LAS 等から選択可能である。	無料
⑥ PIX4D_Catch	 RTK-GNSSアンテナと接続可能で公共座標の点群を取得可能。LidarSLAMと写真によるフォトグラメトリを同時に行う事で高密度な点群が取得可能である。	LIDAR搭載 iPad/ iPhone 要。	出力ファイル形式をPLY, LAS, XYZ, PLYなどの形式から選択可能である。	アンテナ：3万円 アプリ：24万円/年 ただし解析には別途Pix4Dmatic (約百万円) が必要となる。
⑦ Mapry R1	 RTK-GNSSアンテナ (R1) と接続可能で公共座標の点群を取得可能となる。	LIDAR搭載 iPad/ iPhone 要。	出力ファイル形式をLAS, XYZ, PLYなどの形式から選択可能である。	アンテナ：9万5千円 アプリ月額：1万円
⑧ OPTIM Geo Scan	 RTK-GNSSアンテナと接続可能で公共座標の点群を取得可能となる。RTK-GNSSアンテナには高精度のものもあり、ある程度の樹冠下でも位置情報の取得が可能となる。	LIDAR搭載 iPad/ iPhone 要。	LAS, E57など、一般的な点群フォーマットに対応している。	アンテナ：数十万円 アプリ月額：数十万円 年間：約百万円

※表の記述内容については 2026 年 3 月時点でのものである

上表の中で、①から⑤のソフトは、基本的に任意座標系での測量であり、⑥から⑧は別途購入する RTK-GNSS アンテナを用いることにより公共座標による点群測量が可能となる。ただし、RTK-GNSS アンテナを使用する⑥から⑧のソフトは全てネットワーク型で携帯電波を用いていることから、携帯 SIM カードと補正情報提供サービスへの別途登録が必要となる。また、RTK-GNSS による計測には、携帯電波のサービス圏内であることと合わせて、上空の開空率が高い箇所である必要がある。

なお、④または⑤は、計測から測量結果の出力まで無料で行うことが可能であることから、公共座標を必須としない、構造物の床堀、型枠、出来形等の管理や災害発生時の被災規模の計測等への対応が可能である。



図 3-2 RTK-GNSS アンテナ（左：PIX4DCatch、右：Mapry R1）

本調査では、RTK-GNSSを用いて公共座標を取得する必要があることから、表 3-1 内の⑥Pix4DCatchと⑦Mapryを用いることとした。

3-2-2 ハンドヘルド型の Lidar_SLAM 計測器

ハンドヘルド型の Lidar_SLAM 計測器は、近距離の計測範囲として 40m~70m 程度の機器が低価格で発売されている。価格は数十万円から百数十万円の範囲で、その性能に大きな差は見られない。この上位機種として測定距離が 120mのものも多数見られるが、導入コストが高額となることから、本ガイドでは取り上げないこととした。

一例として、低コストで導入可能なハンドヘルド型 Lidar_SLAM 計測器を以下に示す。

表 3-2 ハンドヘルド型 Lidar_SLAM 計測器一覧表

 <p>①</p>	<p>社 名：FJDynamics 機 種 名：FJD Trion P1 測定範囲：40-70m 価 格：130 万円程度</p>
 <p>②</p>	<p>社 名：株式会社 F L I G H T 機 種 名：FLIGHT SCAN HANDY 測定範囲：40-70m 価 格：未公開</p>
 <p>③</p>	<p>社 名：GreenValley International 機 種 名：LiGrip O1 Lite 測定範囲：40-70m 価 格：170 万円程度 ※2025/10 に「LiGrip O2 Lite」が発売された</p>
 <p>④</p>	<p>社 名：株式会社マブリエ 機 種 名：LA03-1 測定範囲：40-70m 価 格：30 万円程度+解析用アプリ代（1 万円/月）</p>

いずれも計測範囲は同じであるが、価格面では④の LA03-1 が最も安価である。また④の解析ソフトは、林業に適しており胸高直径や材積（47 都道府県別算出表付）などを容易に算出することが可能であり、森林調査等の業務での活用も可能となっている。

本業務では、これらの機種から③LiGrip01liteを使用することとした。

3-3 現地調査箇所の概況

① 押寄木橋（押寄木林道）





住 所：茨城県東茨城郡城里町大字小勝地内

施工年度：昭和 45 年

構 造：H-BB



図 3-3 押寄木橋位置図

現地踏査調書		茨城森林管理署		調査年月日	2025/9/18
橋梁名	押寄木橋	橋長	14.44m	橋台桁下	2.3m
全幅員	4.70m	有効幅員	4.00m	路線名	押寄木林道
路下条件	河川	桁下	6.1m	規制方法	-
塗膜採取方法	上部工	<input checked="" type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input type="checkbox"/> 橋梁点検車(SF-77A)	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()
	下部工(橋台)	<input type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input type="checkbox"/> 橋梁点検車()	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()
	下部工(橋脚)	<input type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input type="checkbox"/> 橋梁点検車()	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()
橋面			側面		
					
桁下状況			桁状況		
					
備考					

② 東飯田橋（東飯田林道）

住 所：茨城県桜川市大字東飯田地内

施工年度：昭和 45 年

構 造：H-BB



図 3-4 東飯田橋位置図

現地踏査調査書		茨城森林管理署		調査年月日	2025/9/19
橋梁名	東飯田橋	橋長	10.44m	橋台桁下	4.8m
全幅員	4.70m	有効幅員	4.00m	路線名	東飯田林道
路下条件	沢	桁下	6.0m	規制方法	-
塗膜採取方法	上部工	<input checked="" type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input type="checkbox"/> 橋梁点検車(SF-77A)	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()
	下部工(橋台)	<input type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input type="checkbox"/> 橋梁点検車()	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()
	下部工(橋脚)	<input type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input type="checkbox"/> 橋梁点検車()	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()
橋面			側面		
					
桁下状況			桁状況		
					
備考					

③ 大柵橋（水の木林道）

住 所：神奈川県足柄上郡山北町世附世附国有林 114 林班地内

施工年度：昭和 43 年

構 造：H-BB



図 3-5 大柵橋位置図

現地踏査調書		東京神奈川森林管理署		調査年月日	2025/10/07	
橋梁名	大棚橋	橋長	18.4m	橋台桁下	2.7m	
全幅員	4.7m	有効幅員	4.0m	路線名	水の木(水の木)林道	
路下条件	河川	桁下	4.6m	規制方法	-	
塗膜採取方法	上部工	<input type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input checked="" type="checkbox"/> 橋梁点検車(SF-77A)	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()	
	下部工(橋台)	<input type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input type="checkbox"/> 橋梁点検車()	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()	
	下部工(橋脚)	<input type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input type="checkbox"/> 橋梁点検車()	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()	

橋面



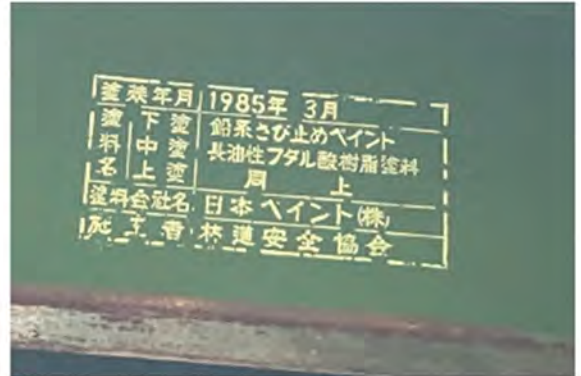
側面



桁下状況



桁状況



備考

④ 丸尾橋（水の木林道）

住 所：神奈川県足柄上郡山北町世附世附国有林 108 林班地内

施工年度：昭和 41 年

構 造：H-BB

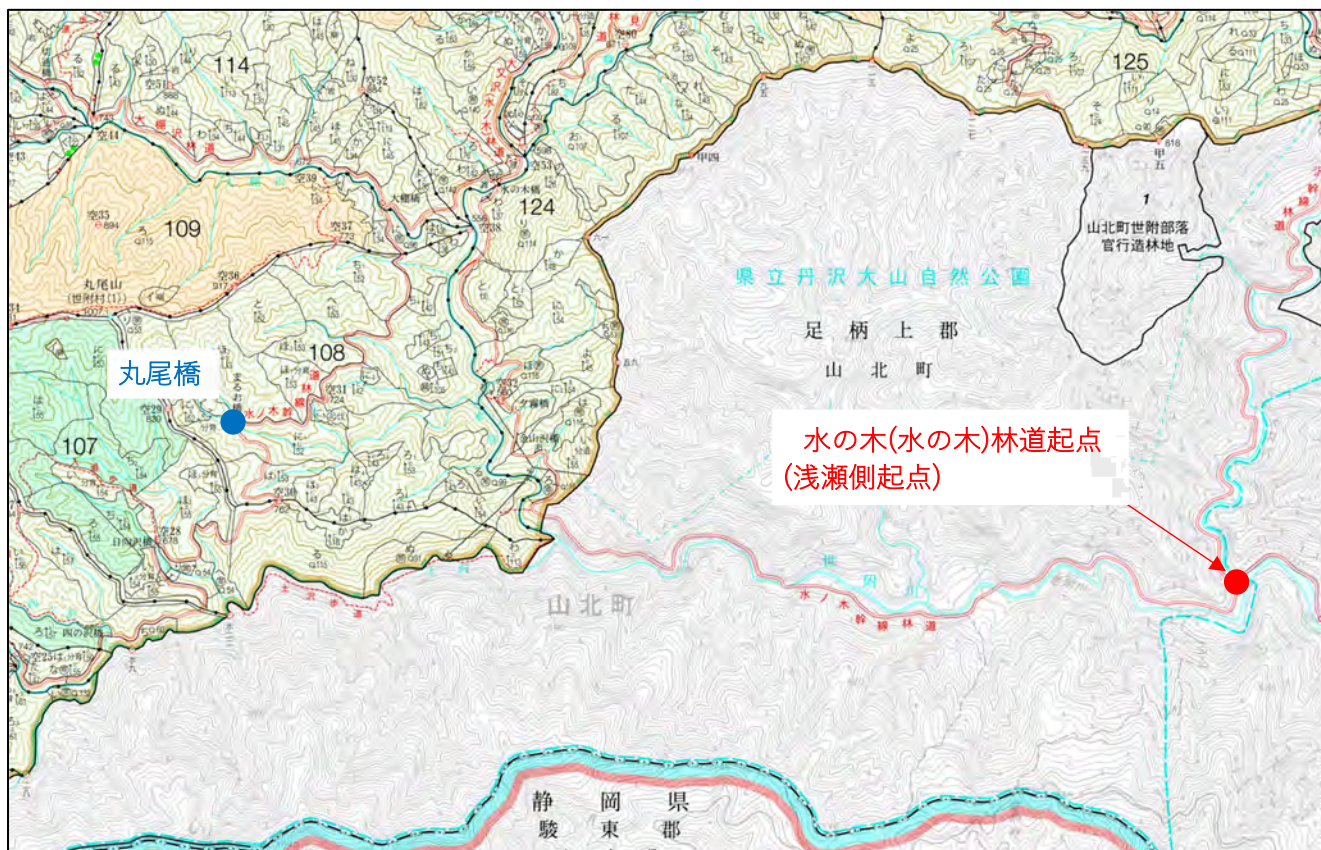


図 3-6 丸尾橋位置図

現地踏査調査		東京神奈川森林管理署		調査年月日	2025/10/07		
橋梁名	丸尾橋	橋長	8.4m	橋台桁下	2.8m		
全幅員	4.7m	有効幅員	4.0m	路線名	水の木(水の木)林道		
路下条件	河川	桁下	5.0m	規制方法	-		
塗膜採取方法	上部工	<input type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input checked="" type="checkbox"/> 橋梁点検車	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()		
	下部工(橋台)	<input type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input type="checkbox"/> 橋梁点検車()	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()		
	下部工(橋脚)	<input type="checkbox"/> 徒歩脚立	<input checked="" type="checkbox"/> 橋梁点検車()	<input type="checkbox"/> 高所作業車()	<input type="checkbox"/> その他()		
橋面				側面			
							
桁下状況				桁状況			
							
備考		※H鋼(支保)倒れ 中央作業となる5.0m					

3-4 現地調査結果

① 押寄木橋の測量状況

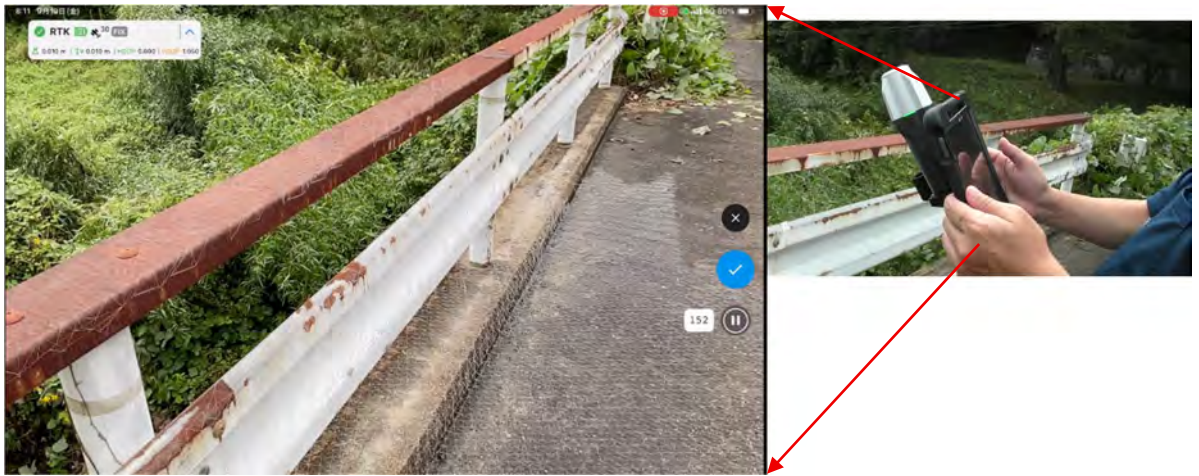


写真 3-1 PIX4DCatch による測量実施状況



写真 3-2 Mapry による測量実施状況



写真 3-3 Pix4DCatch による測量実施状況



図 3-7 Pix4DCatch 計測結果
(橋長：14.44m 計測：14.37m 誤差-0.07m)

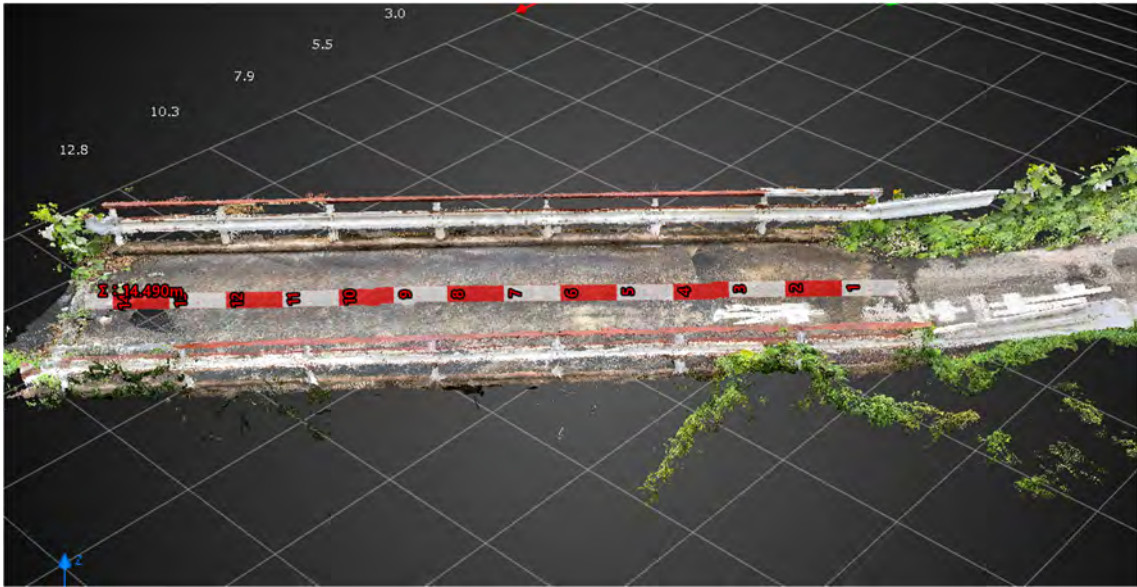


図 3-8 Mapry 計測結果
(橋長：14.44m 計測：14.49m 誤差 0.05m)



図 3-9 LiGripOllite 計測結果
(橋長：14.44m 計測：14.43m 誤差-0.01m)

② 東飯田橋の測量状況



写真 3-4 Pix4DCatch による測量実施状況

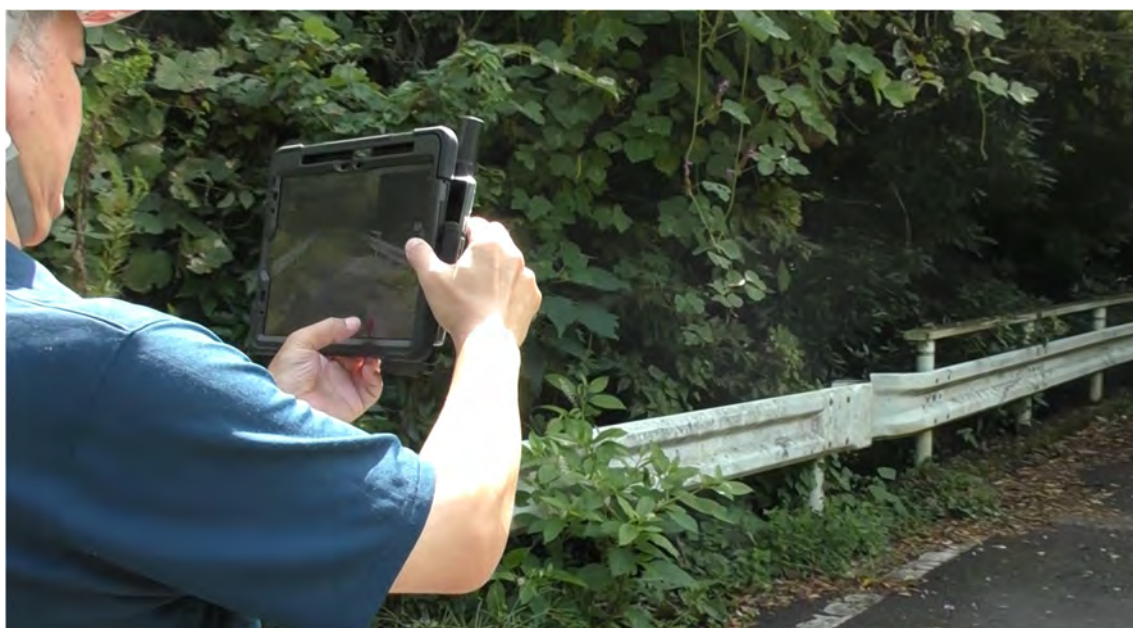


写真 3-5 Mapry による測量実施状況



写真 3-6 LiGripO1lite による測量実施状況

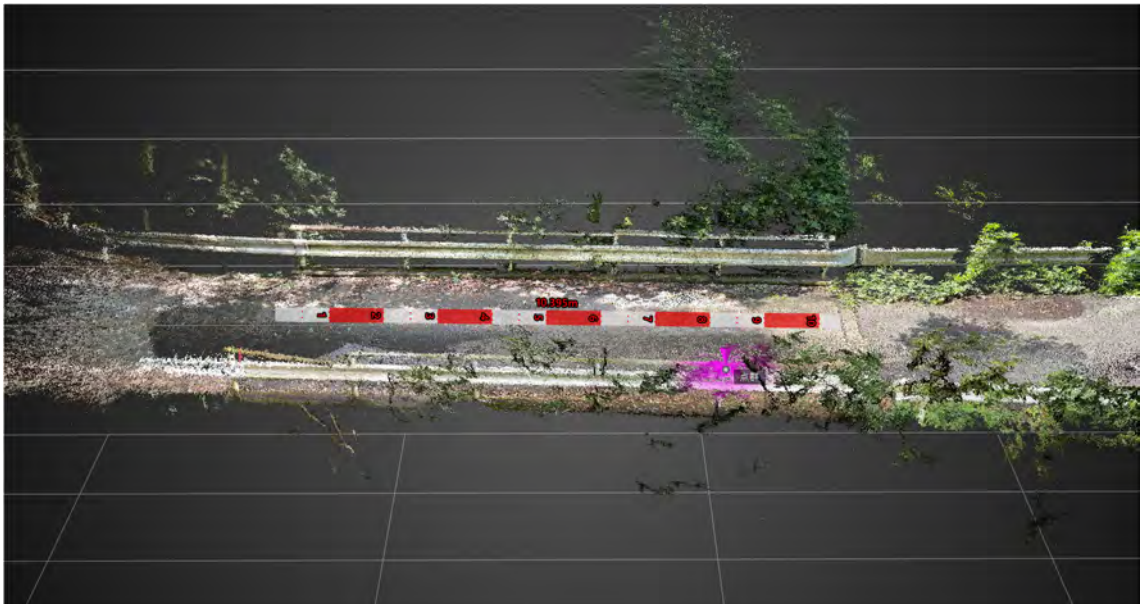


図 3-10 LiGripO1lite 計測結果
(橋長：10.44m 計測：10.40m 誤差-0.04m)

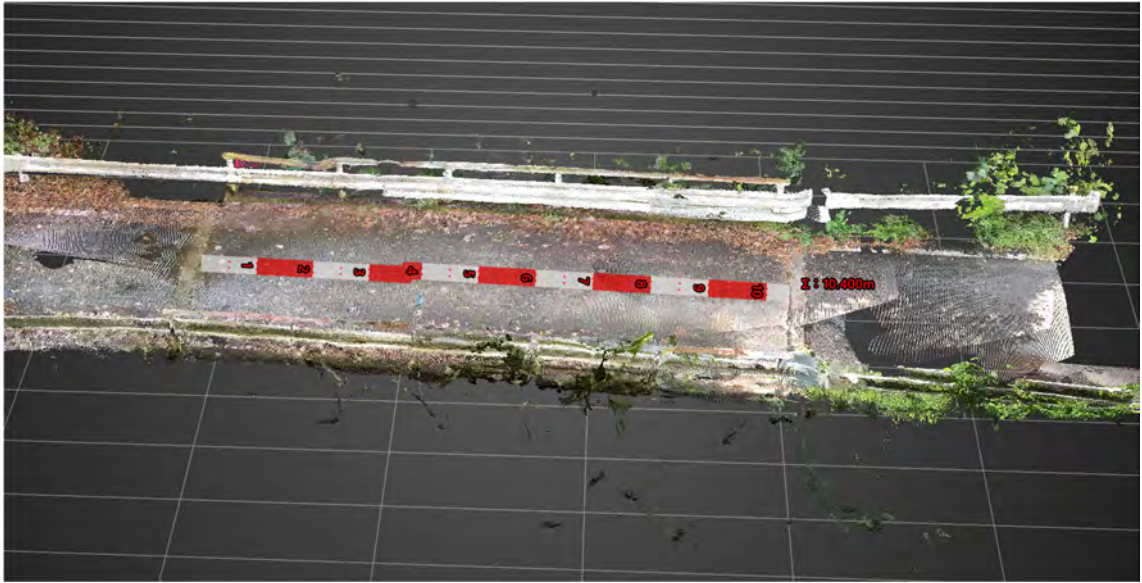


図 3-11 Mapry 計測結果
(橋長：10.44m 計測：10.40m 誤差-0.04m)



図 3-12 LiGripO1lite 計測結果
(橋長：10.44m 計測：10.46m 誤差 0.02m)

③ 大柵橋の測量状況



写真 3-7 Pix4DCatch による測量実施状況



写真 3-8 Mapry による測量実施状況



写真 3-9 LiGripO1lite による測量実施状況



図 3-13 Pix4DCatch 計測結果
(橋長：18.40m 計測：18.43m 誤差 0.03m)

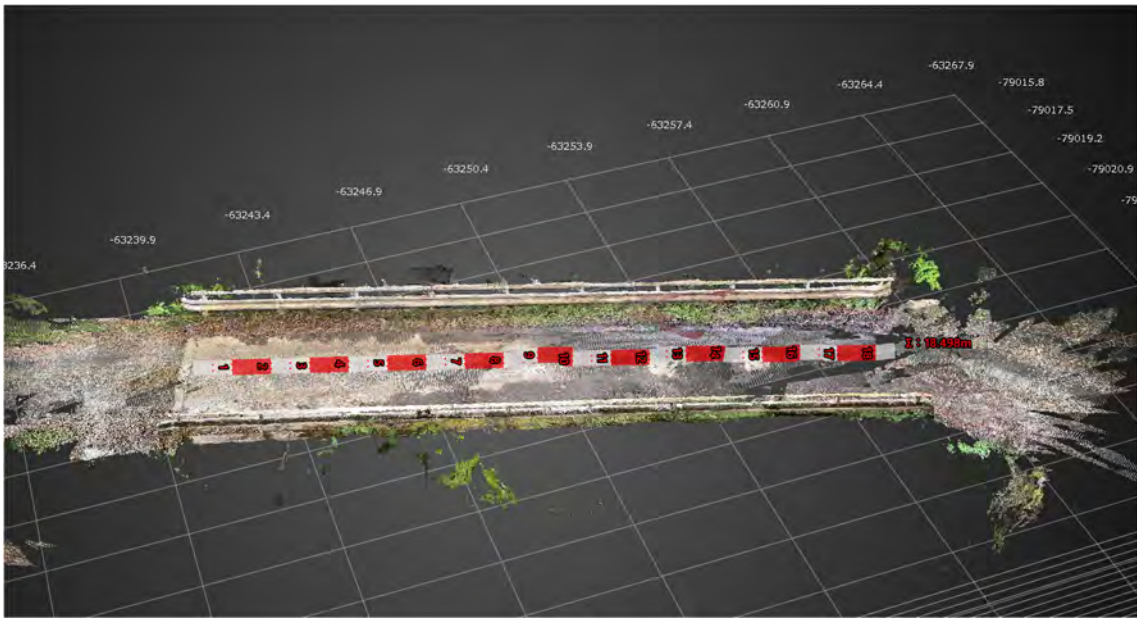


図 3-14 Mapry 計測結果
 (橋長：18.40m 計測：18.50m 誤差 0.10m)



図 3-15 LiGripOllite 計測結果
 (橋長：18.40m 計測：18.39m 誤差-0.01m)

④ 丸尾橋の測量状況



写真 3-10 Pix4DCatch による測量実施状況



写真 3-11 Mapry による測量実施状況



写真 3-12 LiGripO1lite による測量実施状況

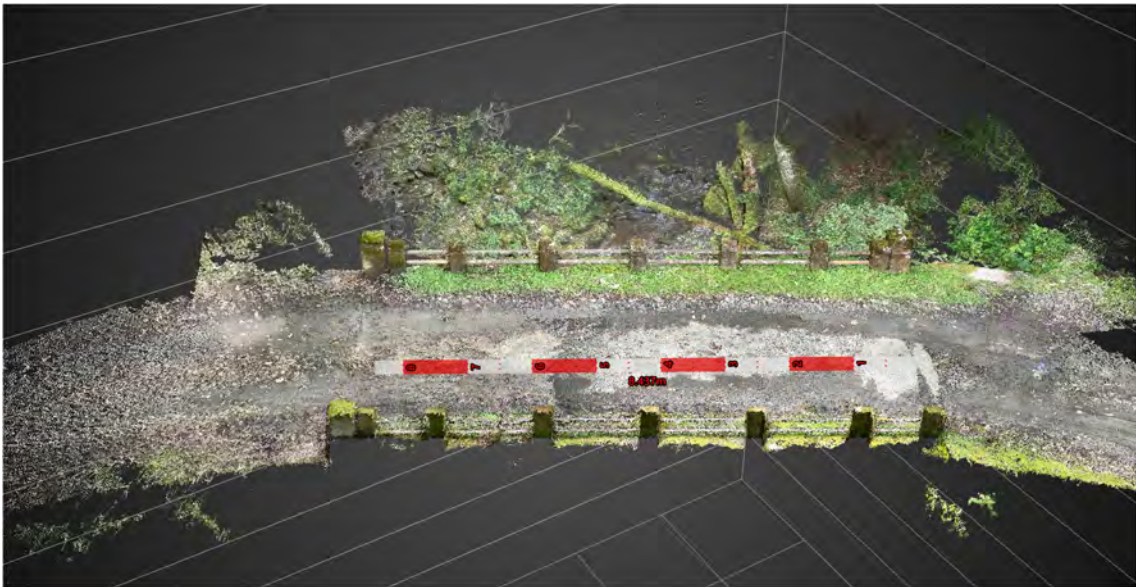


図 3-16 Pix4DCatch 計測結果
(橋長：8.40m 計測：8.44m 誤差 0.04m)

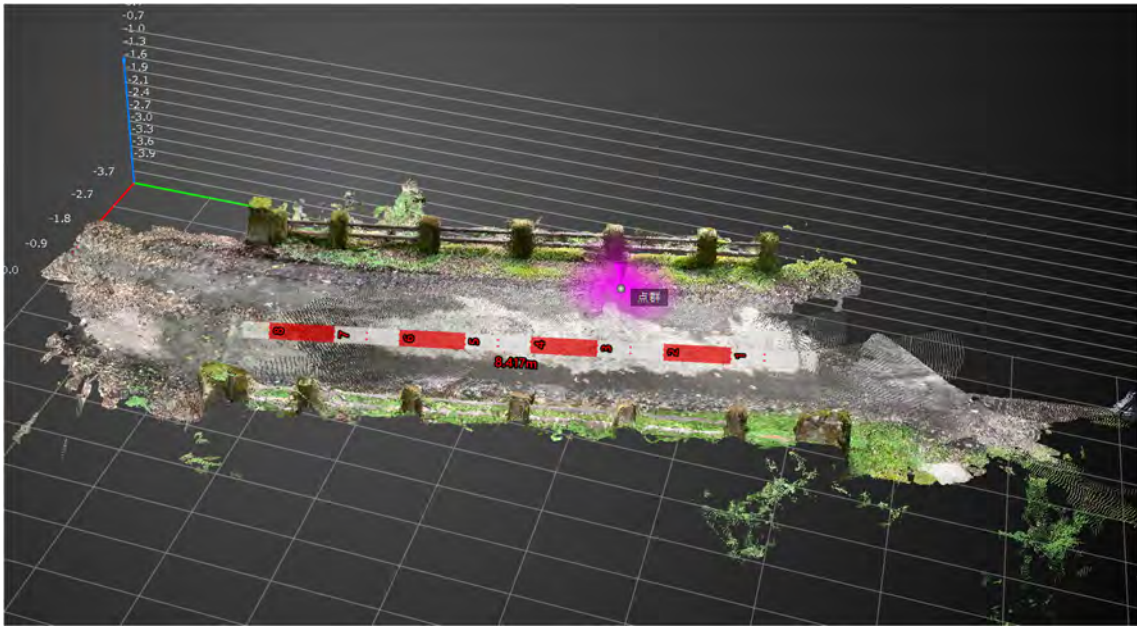


図 3-17 Mapry 計測結果
 (橋長：8.40m 計測：8.42m 誤差 0.02m)



図 3-18 LiGripO1lite 計測結果
 (橋長：8.40m 計測：8.40m 誤差 0.00m)

現地調査結果をまとめると以下の表のようになる。これによると、全ての橋梁、全ての測量方法で0.1m以下の誤差となった。特に LiGripO1lite では0.02m以下の誤差で最も誤差が少ない結果となった。

表 3-3 現地調査結果集計表

	橋長 (m)	Pix4DCatch		Mapry		LiGripO1lite		平均誤差
		橋長	誤差	橋長	誤差	橋長	誤差	
押寄木橋	14.44	14.37	-0.07	14.49	0.05	14.43	-0.01	-0.01
東飯田橋	10.44	10.4	-0.04	10.4	-0.04	10.46	0.02	-0.02
大棚橋	18.40	18.43	0.03	18.5	0.10	18.39	-0.01	0.04
丸尾橋	8.40	8.44	0.04	8.42	0.02	8.4	0.00	0.02
平均誤差			-0.01		0.03		0.00	

3-5 データのモデル化

データのモデル化では、不要な点群の除去であるノイズ除去やフィルタリングを行い、対象物のみの点群とした後、目的とするデータに加工することをいう。データ形式としては、不規則な点群のデータを一定間隔の点群に整列するメッシュ化や、不規則三角形網といわれる TIN データ化、等高線の作成、DEM（デジタルエレベーションモデル）などの格子状のデータの並びとして各セルに数値を与えるラスタデータ化などがある。

調査対象物が橋梁であることと、GISでの活用を目指していることから、前項の調査方法で示した様にDEM（ラスタデータ化）を作成することとする。

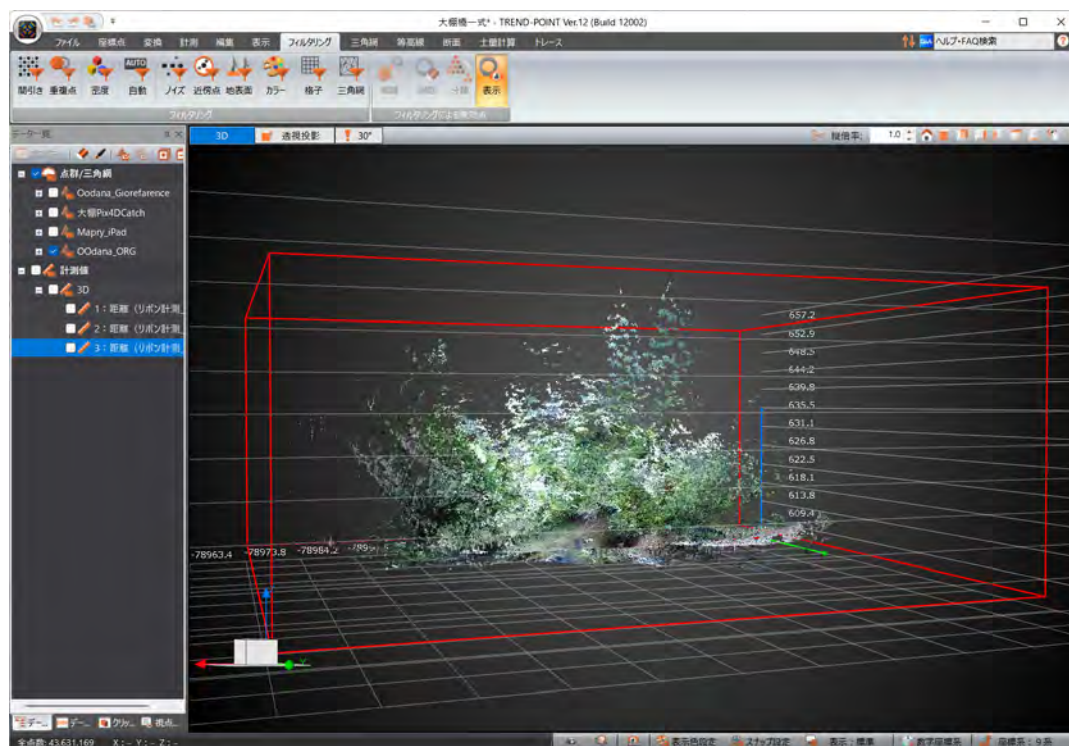
3-5-1 ノイズ除去

対象物以外の点群を除去する方法として、点群を選択して削除する方法とフィルタリングにより除去する方法がある。

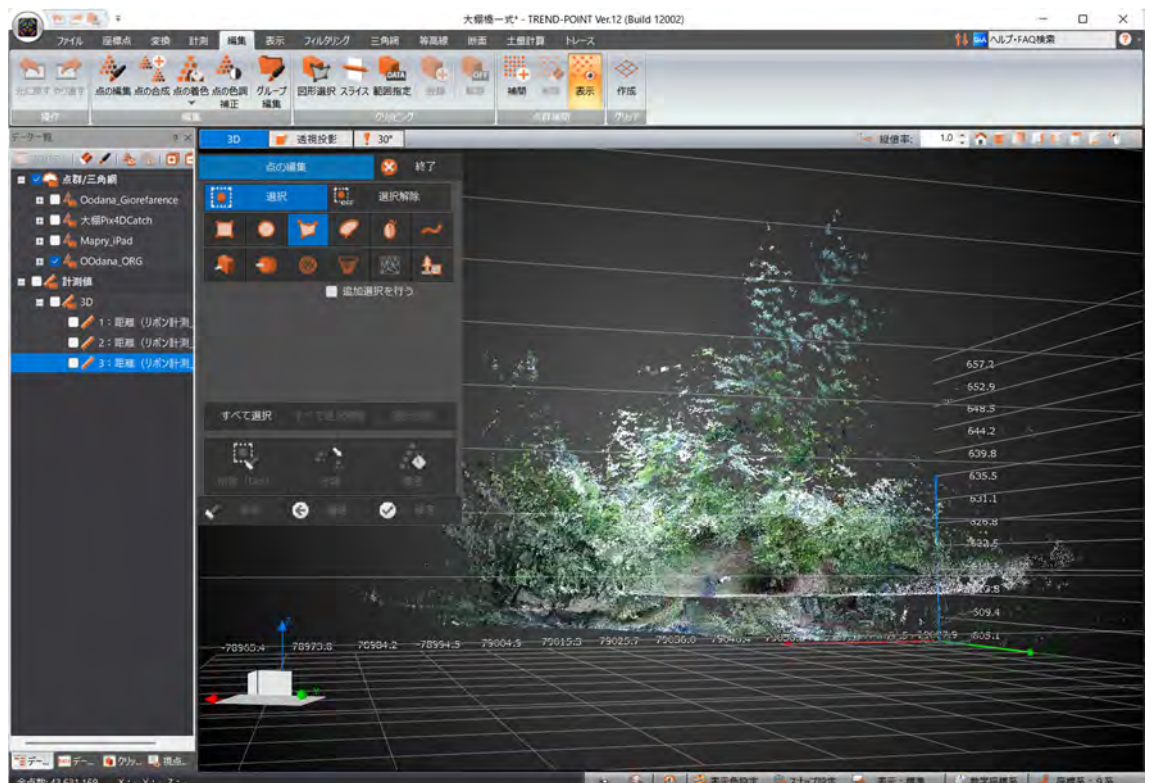
このフィルタリングは地盤を抽出するために特化したノイズ除去で、今回の橋梁のように地盤（溪床）より高い離れた位置にある場合、この橋梁をノイズとして除去してしまう。よって、こういった場合は矩形選択により不要な点群を除去する方法が効率的である。

以下に TREND-POINT を用いたノイズ除去方法の一例を示す。

1) 点群を表示する

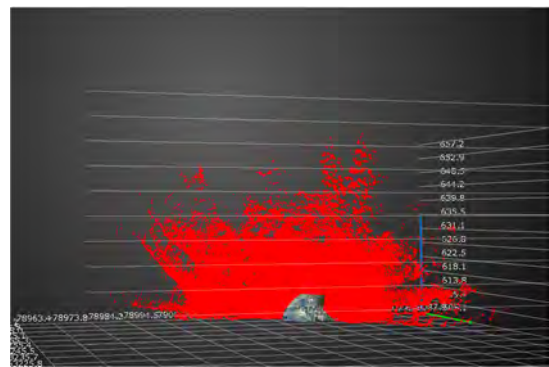
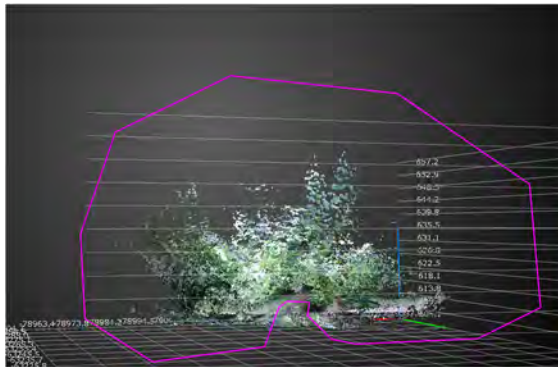


2) メニューバーの「編集」にある「点の編集」を選択する

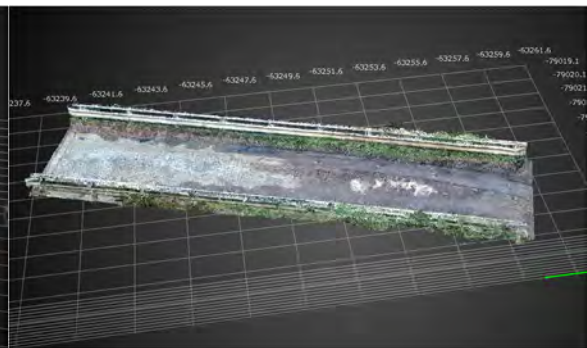
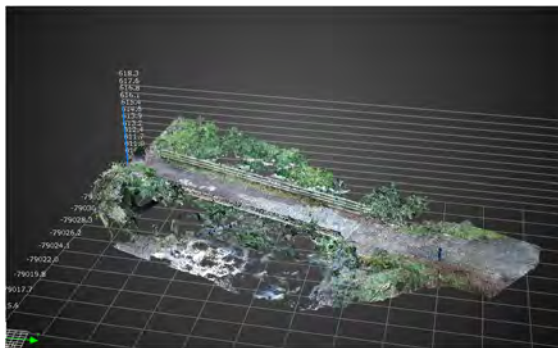


3) 「点の編集」フォームの「選択」を選択し、選択方法から選択に適した選択方法を選ぶ。例えば「多角形選択」など。





矩形選択で範囲を設定すると、範囲内の削除予定点群が赤く表示される。この内容で良ければ削除 (Delete) をクリックすると。点群が削除される。

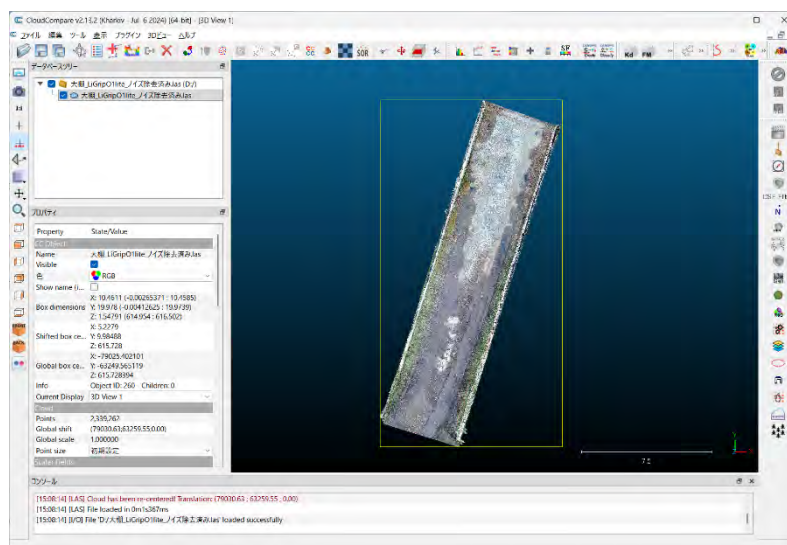


この作業を数回繰り返し、右図のような橋梁のみの点群を作成する。

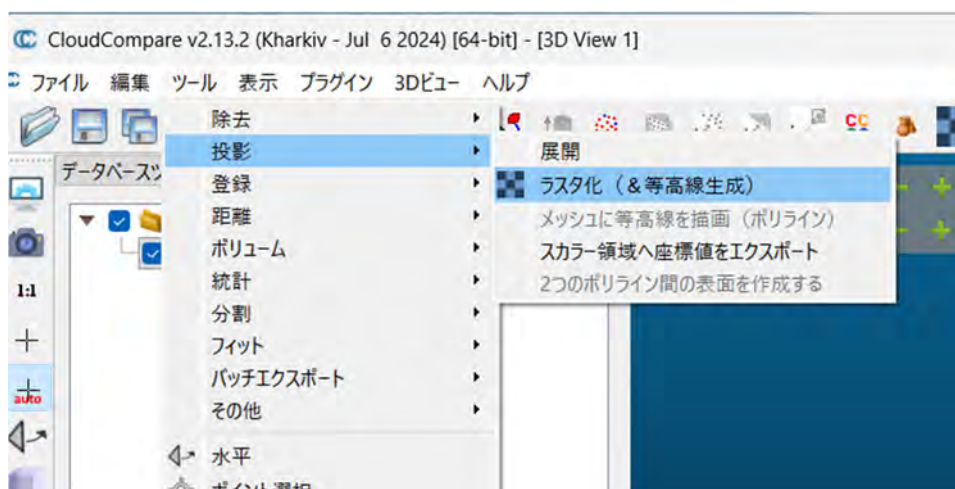
3-5-2 DEMデータの作成 (ラスタ化)

目的物のみの点群データが出来れば、この点群を基に DEM データを作成する。データの作成に当たっては CloudCompare を用いることとした。

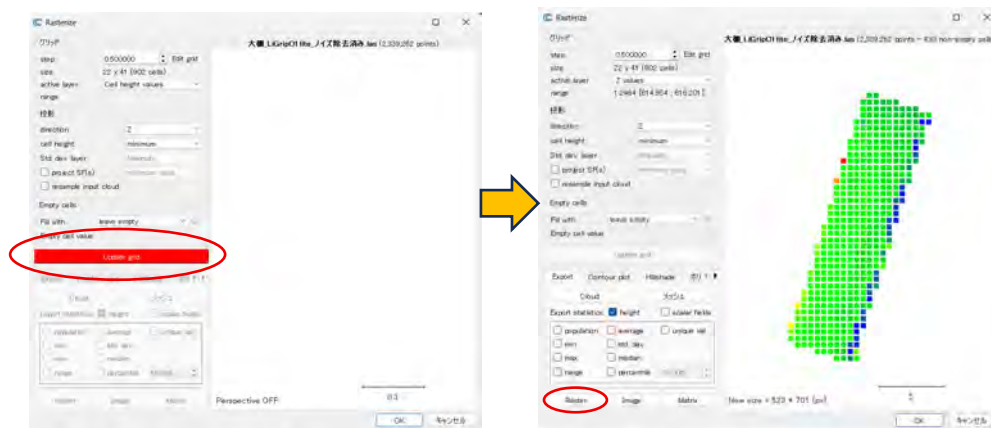
1) 点群を表示する



2) メニューバーの「ツール」→「投影」→「ラスタ化」を選択する



3) ラスタ化の設定を行い、「Update grid」をクリックする。
(設定方法はマニュアル編参照)



4) 「Export」内の「Raster」をクリックして「Export height」を選択し、ファイル名を付け保存する。



3-5-3 GISでの確認

作成したDEMデータをGISで確認すると、RTK-GNSSで計測した位置にDEMデータが表示されていることが分かる。

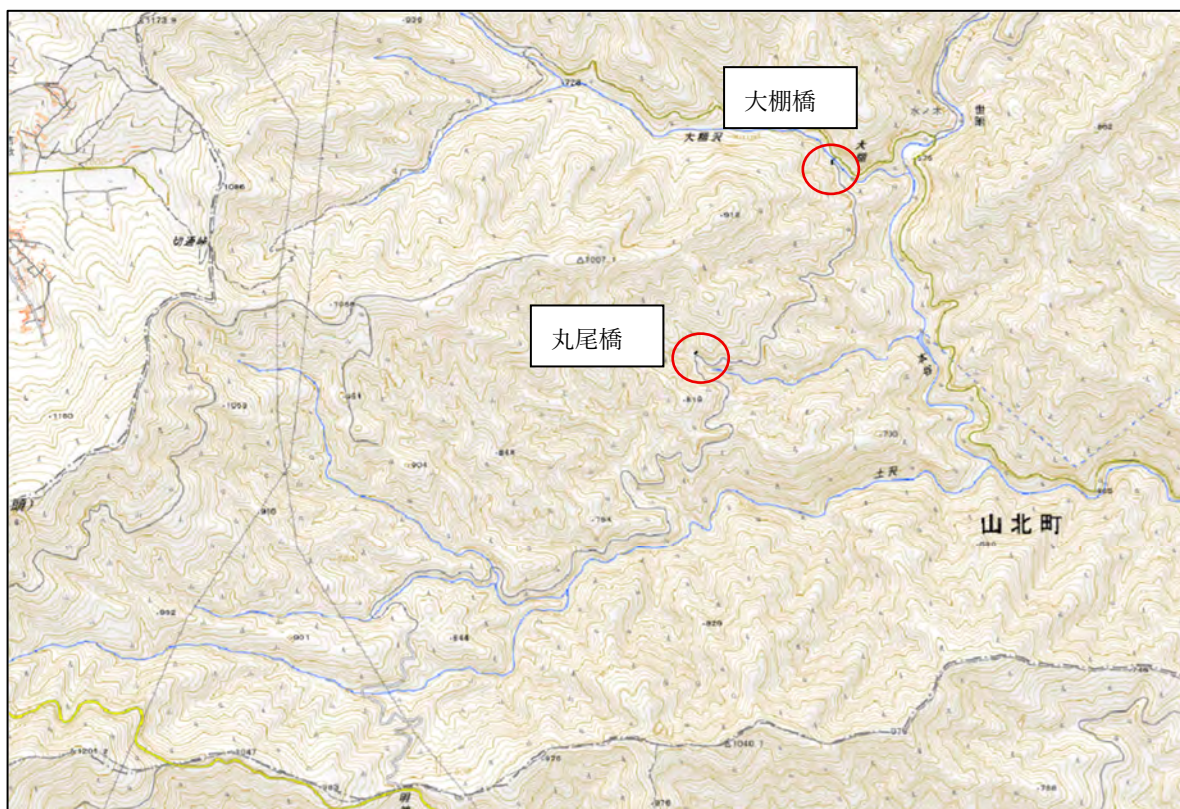


図 3-19 DEMデータの表示例



図 3-20 丸尾橋のDEMデータの拡大表示例

図3-20では、背景図面として国土地理院標準図を表示しているが、今回計測した橋梁の位置とズレが生じている。これについては、当地区の航空レーザ測量の結果からC S立体図を作成し林道の位置を確認すると、国土地理院の道路縁の位置が実際の林道位置とずれていることが確認できる。

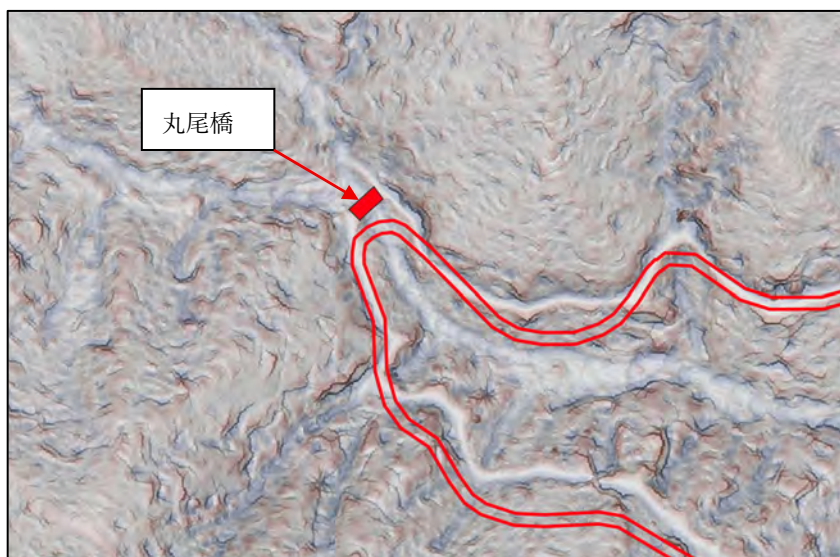


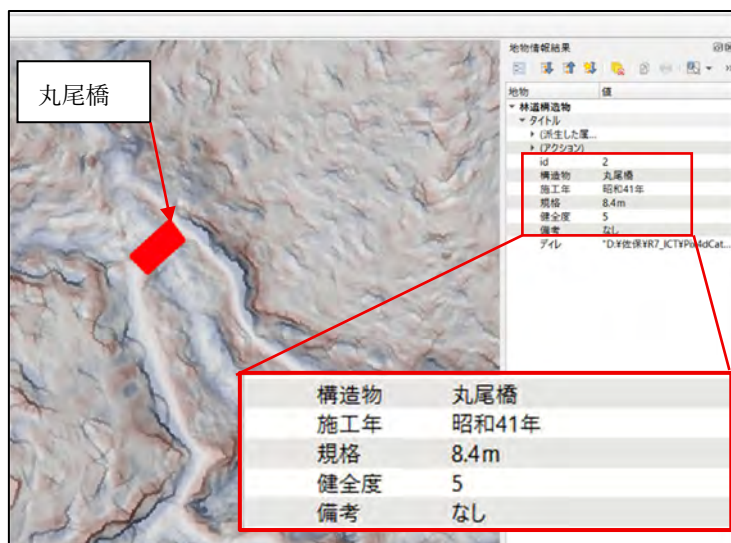
図 3-21 C S 立体図と国土地理院標準図内の道路位置図

3-5-4 ベクタデータの追加

作成したDEMデータは、現地の正確な位置を示していることが判明した。よって、RTK-GNSSで計測した橋梁のデータをGIS上で管理することが望ましい。

ただし、DEMデータでは、複数の属性データを付与することや、属性別に集計することが出来ない。よって、DEMデータをベクタデータとすることで、属性テーブルを作成し、複数の項目の情報を付与することが可能となり、それら情報を基にデータを集計することが可能となる。

なお、ベクタデータの作成方法及び属性データの設定方法はマニュアル編の「QGIS」を参照のこと。



4. 出来形確認への活用手法

4-1 現地調査箇所の概要

モバイル端末を活用した出来形確認の検証を行うために、林道の設計図書が入手可能な林道を対象とした。選定の結果、関東森林管理局日光森林管理署管内のヲソ沢林業専用道を対象林道とした。

○林道名：ヲソ沢林業専用道

○所在地：栃木県日光市高德字ヲソ沢国有林 304・303 林班地内

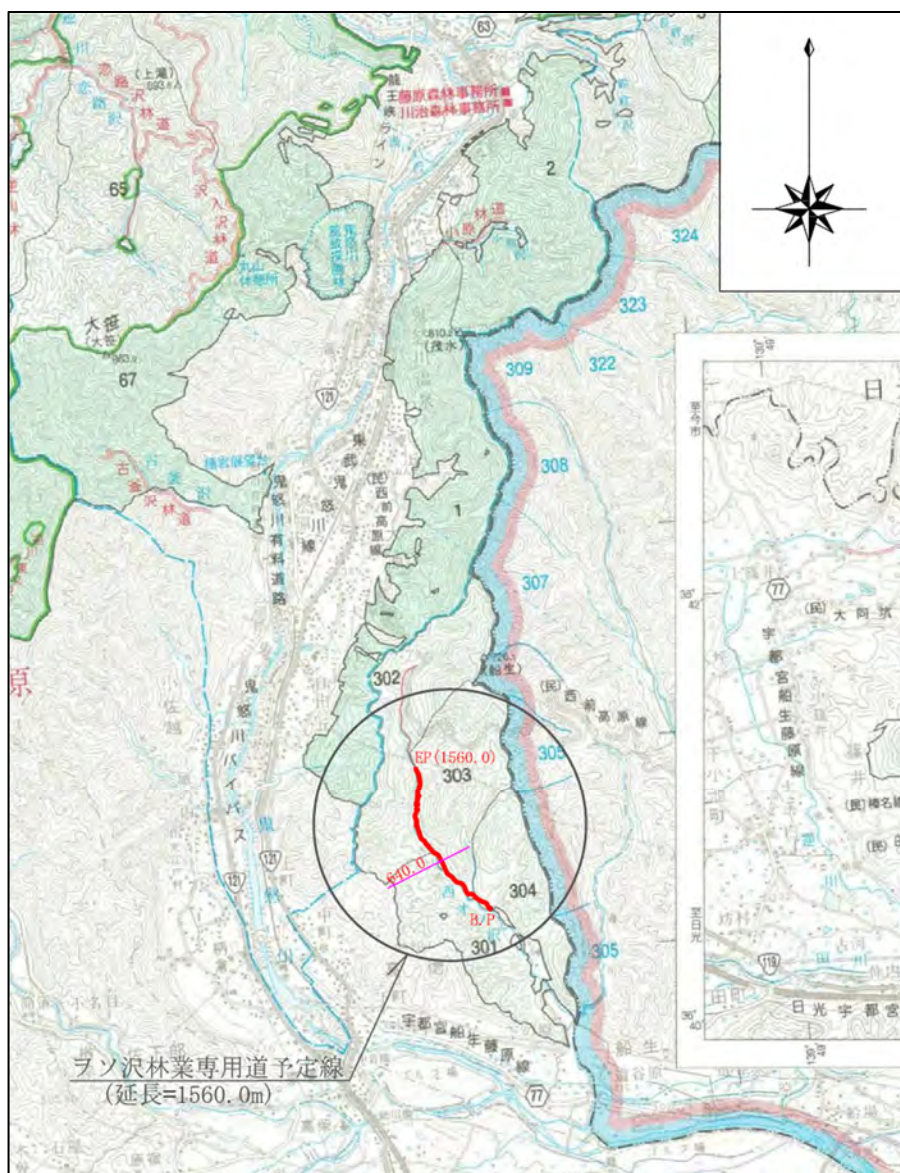


図 4-1 ヲソ沢林業専用道位置図

4-2 出来形確認対象施設の選定

モバイル端末の中でも特に iPhonePro や iPadPro を活用する場合、その測量距離が5mと短いことが特徴としてあげられる。このことから、路面や法面を画一的に把握することは困難である。

よって、出来形確認の対象施設として、擁壁、橋梁、排水施設等の一定範囲内の構造物が適している。ヲソ沢林道内では、基点から218mの箇所には排水施設であるボックスカルバートがあることから、この施設を対象施設として選定した。

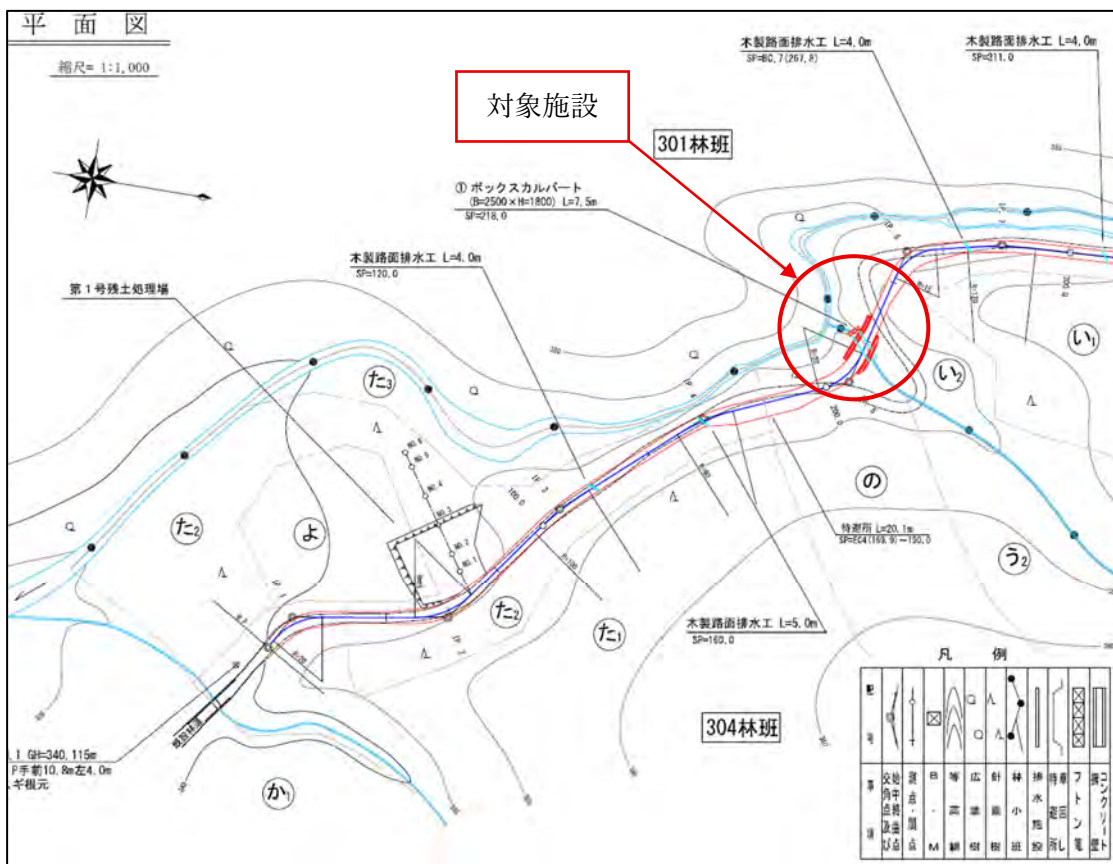


図 4-2 対象施設位置図

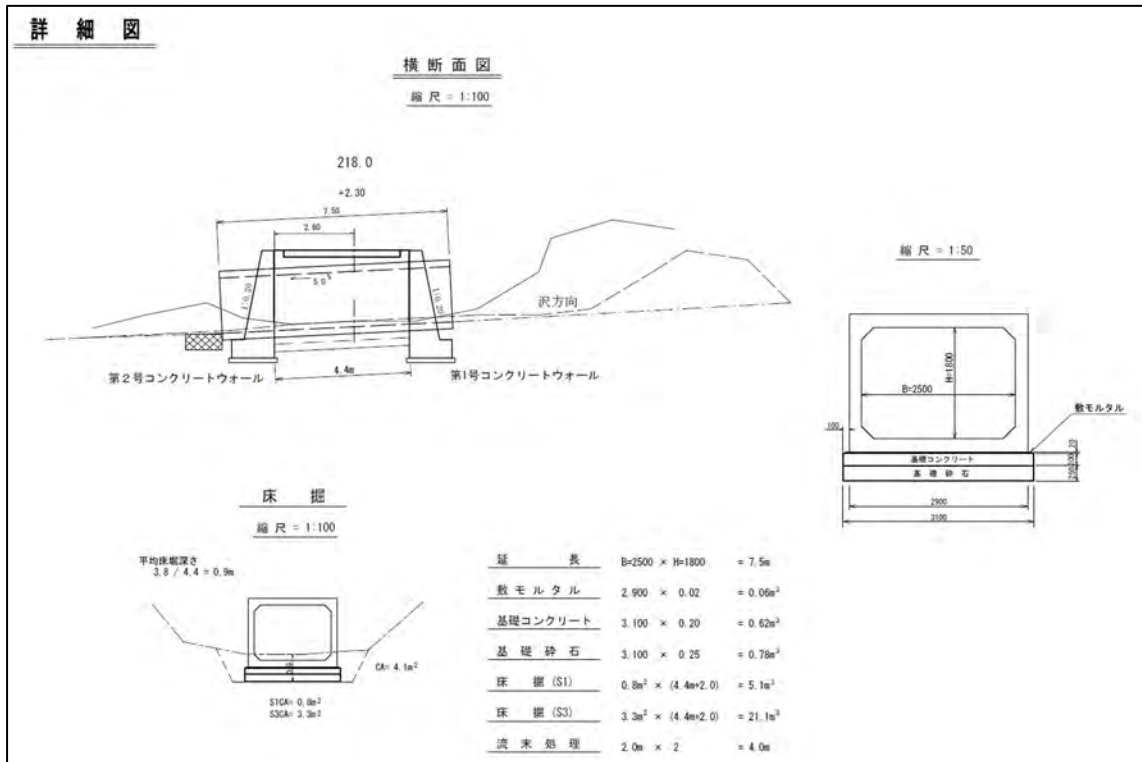


図 4-3 対象施設の詳細図



写真 4-1 ボックスカルバートの設置状況 (左：上流側、右：下流側)

4-3 対象施設の測量

対象施設の測量については、モバイル端末としてiPhoneProやiPadProを選定し、使用するソフトはScaniverseとPix4DCatchを使用した。



写真 4-2 現地での計測状況

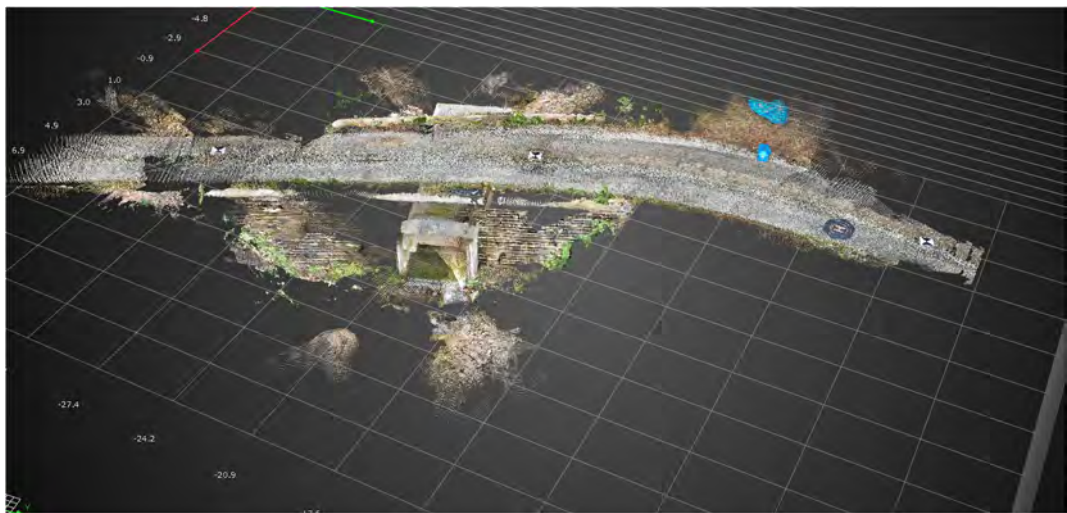


図 4-4 Pix4DCatch で計測した点群

図 4-4 の計測結果を、詳細に確認すると路肩やボックスカルバートの角の形状がとれていないことが判明した。

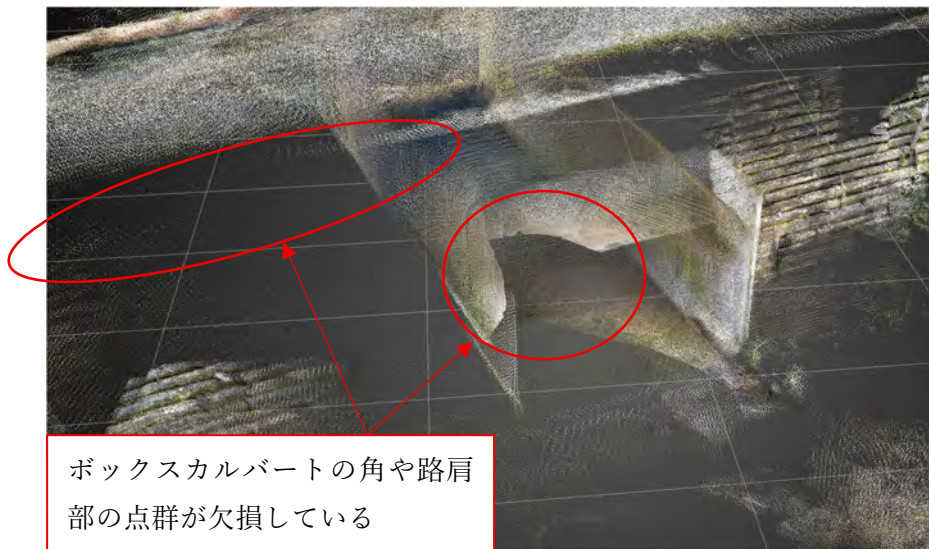


図 4-5 Pix4DCatch の測定結果の拡大図

この要因としては、路肩部については草本の繁茂が考えられる。また、ボックスカルバートの角部については、測定不足が考えられる。この結果を踏まえて、路肩部の刈り払いを行うと共に、構造物の角部等については可能な限り近づきゆっくりと計測することとした。



図 4-6 刈り払い後の再測結果

対策の結果、路肩部やボックスカルバートの角の点群が計測されたデータを得ることができた。

4-4 出来形確認の実施

出来形確認については、森林整備保全事業施工管理基準の出来形管理基準及び規格値に示されている項目を対象として実施する。

出来形管理基準では、ボックスカルバートについて以下の測定項目及び規格値が示されている。よって、本調査では、基準高以外の幅、高さ、延長について、検査を実施することとした。

表 4-1 出来形管理基準及び規格値

区	検査	工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所	検査
20		プレキャストカルバート工 (プレキャストボックス工) (プレキャストパイプ工)	基準高H	±30	施工延長40mにつき1ヶ所、延長40m以下のものは1施工箇所につき2ヶ所、 空印は、埋戻し部分のある場合。		3-4-3-21
			空幅w	-50			
			空高さh	-30			
			延長L	-200	1施工箇所ごと		

以下に、点群編集ソフトである TREND-POINT を使用した計測結果を示す。



図 4-7 延長の測定結果

計測値：7.527m 設計値：7.50m 誤差 0.027m 規格値 0.20m 判定：合格

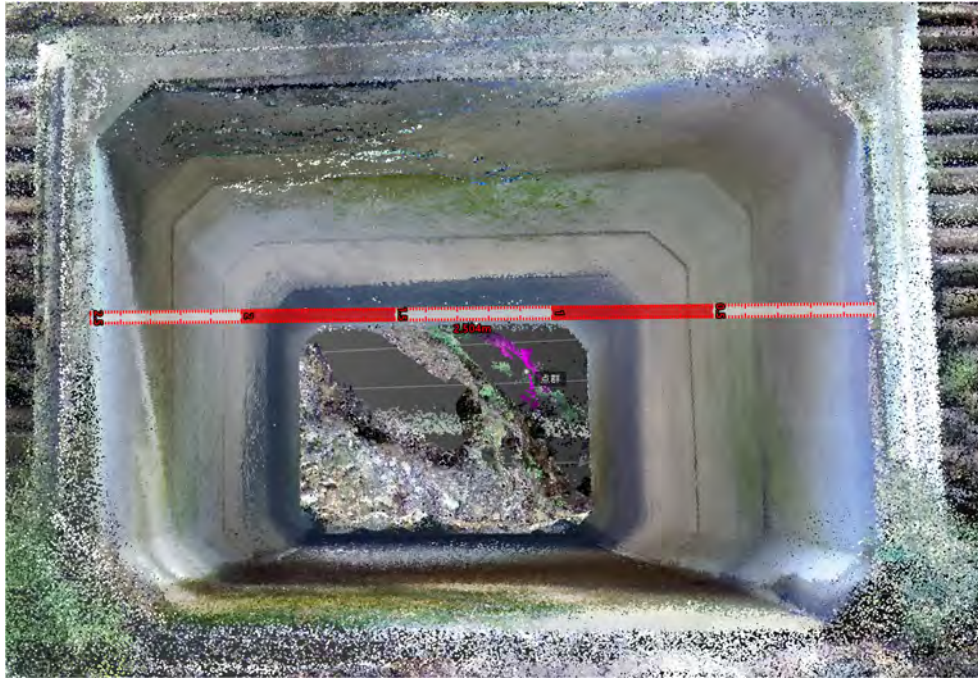


図 4-8 内幅の測定結果

計測値：2.504m 設計値：2.50m 誤差 0.004m 規格値 0.05m 判定：合格



図 4-9 外幅の測定結果

計測値：2.899m 設計値：2.90m 誤差-0.001m 規格値 0.05m 判定：合格



図 4-10 内高の測定結果

計測値：1.802m 設計値：1.80m 誤差 0.002m 規格値 0.03m 判定：合格

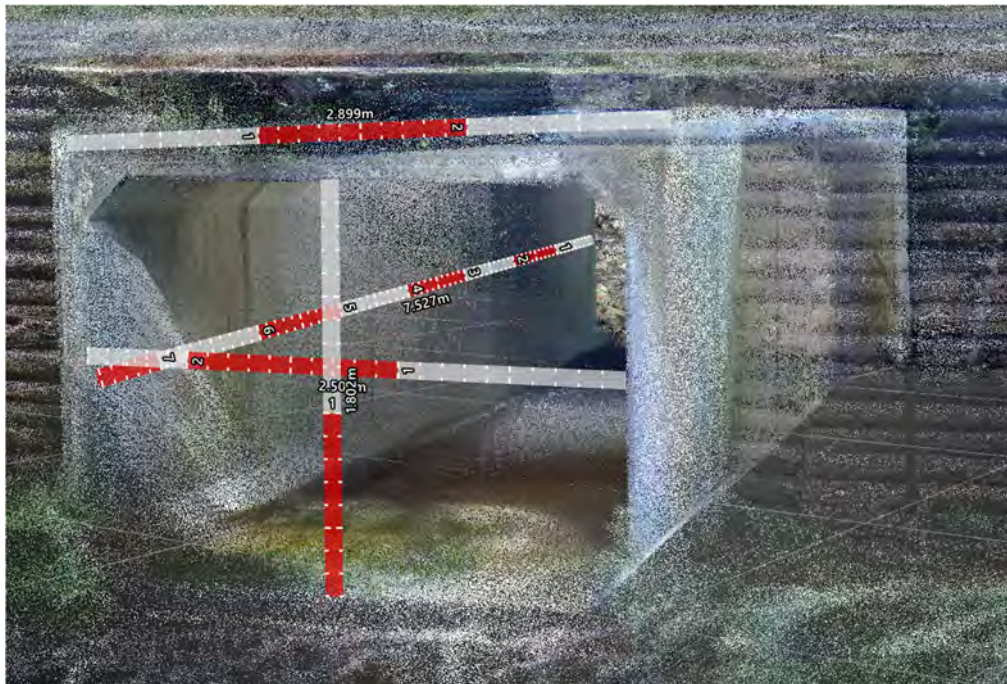


図 4-11 すべての測定結果

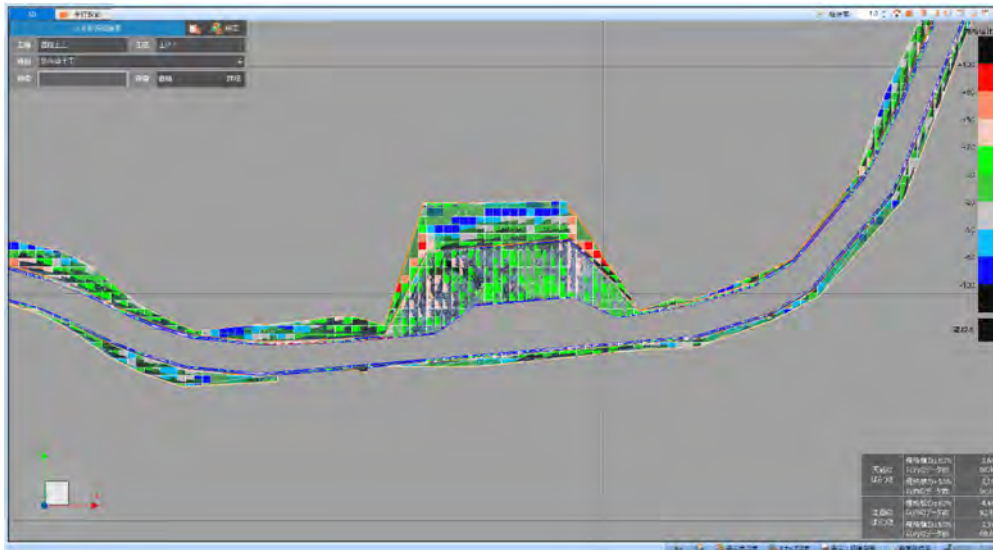
延長、内外幅、高さ共に規格値内の誤差となり検査結果としては合格となる。延長以外は、全ての誤差が mm 単位であった。

4-5 出来形確認の事例収集

ICTを活用した出来形確認では、設計データを3次元モデル化することで、施工後の地形と比較し差分をとり、施工の出来形確認を行う場合が多い。ただし、この場合、モバイル端末でもハンドヘルド型を用いるか、地上レーザ測量、UAVレーザ測量など広域の点群が取得可能な測量方法が適している。

事例1：路床での実施例

路床工事の路床盛土工のヒートマップ事例



様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種		測点	
道路土工		路床盛土工	
種別		合否判定結果	
路床盛土工		合格	
測定項目			
天端 標高較差	平均値	30.0mm	± 50mm
	最大値(差)	144mm	± 150mm
	最小値(差)	-144mm	± 150mm
	データ数	3,738	1点/m ² 以上 (1,170点以上)
	評価面積	1,169.5m ²	
	棄却点数	0	0.3%以内 (11点以下)
法面 標高較差	平均値	-4.4mm	± 80mm
	最大値(差)	187mm	± 190mm
	最小値(差)	-187mm	± 190mm
	データ数	4,872	1点/m ² 以上 (3,120点以上)
	評価面積	3,119.6m ²	
	棄却点数	0	0.3%以内 (14点以下)

規格値比(%)

- +100
- +80
- +50
- +20
- ±0
- 20
- 50
- 80
- 100

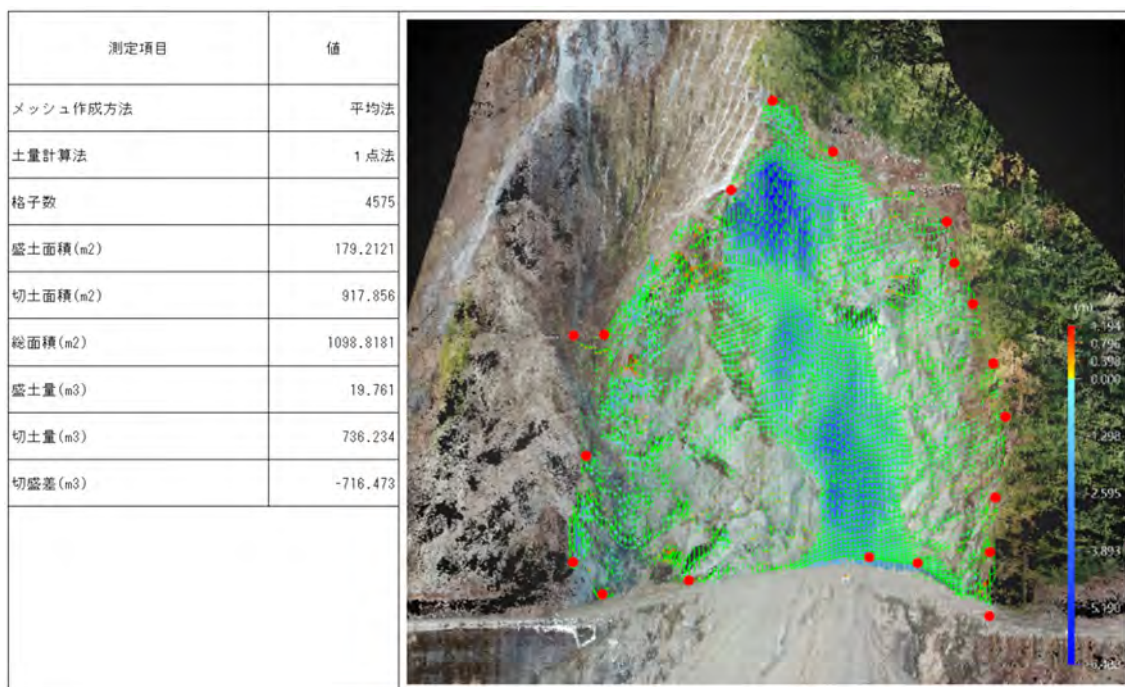
棄却点

天端 (blue line)
法面 (orange line)

天端のばらつき	規格値の±80%以内のデータ数	3,698 (98.9%)	法面のばらつき	規格値の±80%以内のデータ数	4,487 (92.1%)
	規格値の±50%以内のデータ数	3,285 (88.6%)		規格値の±50%以内のデータ数	3,292 (68.6%)

【参考3】林道法面整形での実施例

UAVレーザによる広域なデータが取得可能な方法で行った事例である。林道法面の危険な岩盤を除去した工事において、施工前と施工後地形データの差分による掘削土砂量の算定を行った。



5. 現地検証

モバイル端末活用ガイド及びマニュアルの内容を検証するため、四国森林管理局及び九州管理局管内において現地検証を行った。

5-1 四国森林管理局管内

5-1-1 対象橋梁の概要

四国森林管理署管内では、高知県香美市にある桑乃川橋を対象とした。本橋梁は、令和2年5月に古い橋梁の架け替えとして、新設されたもので、橋長 35.8m、全幅 4.8mの鋼単純合成床版橋である。

橋梁名：桑乃川橋 住所：高知県香美市物部山崎字宮の上

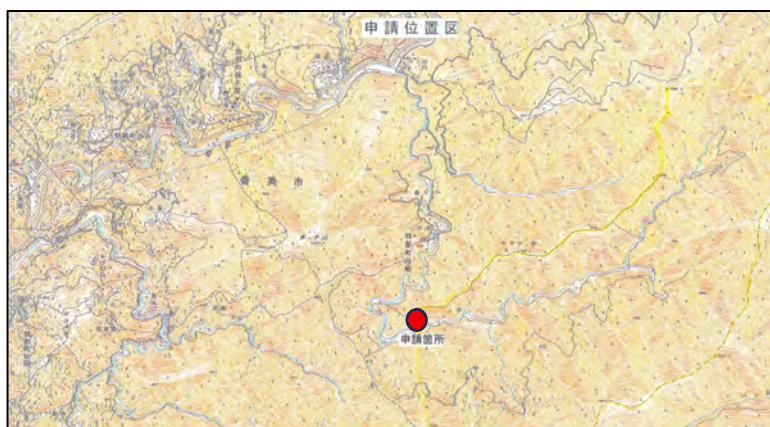


図 5-1 桑乃川橋位置図

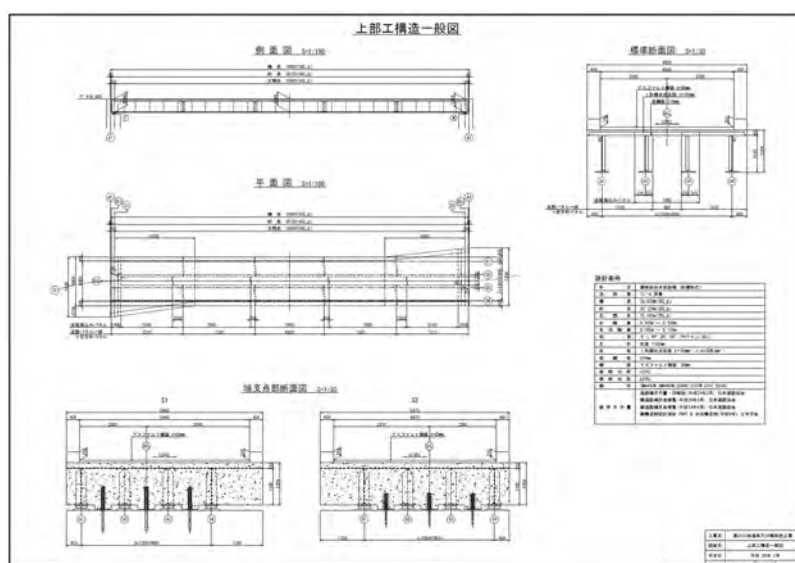


図 5-2 上部工構造図



写真 5-1 桑乃川橋の全景

5-1-2 現地検証の実施

現地検証では、iPhonePro や iPadPro で使用するソフト及びハンドヘルド型の計測器による計測を実施した。実施した計測方法を以下にまとめた。

iPadPro による計測実施

- ・ Scaniverse LidarSLAM 測量
- ・ Scaniverse Splat 測量（写真による 3 次元測量）
- ・ PIX4D_Catch
- ・ Mapry 林業

ハンドヘルド型 LidarSLAM による計測

- ・ LiGripO1Lite
- ・ Mapry LA03-1



写真 5-2 LiGripO1lite での計測状況

（担当：弊社入社 2 年目の職員 今回の測量方法は全て未経験）

5-1-3 現地検証の結果

現地検証の結果、初めて使用する技術者でも容易に計測をすることが出来た。また、計測結果もほぼ設計図と同じ点群データを取得する事が出来た。

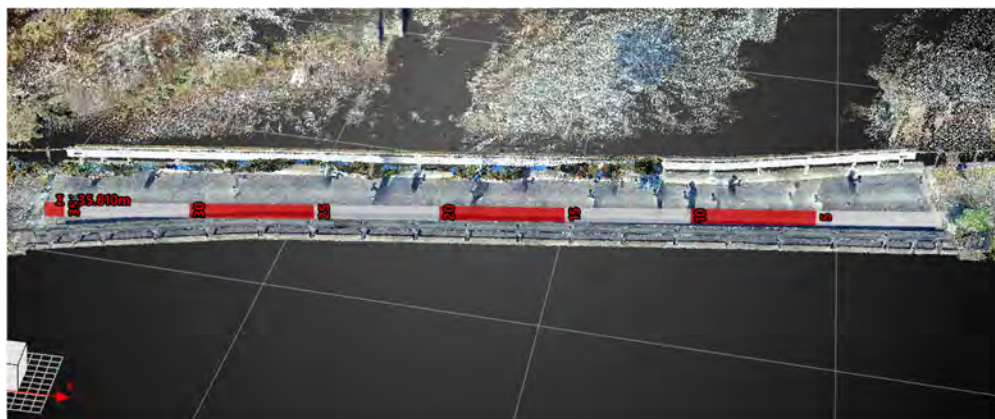


図 5-3 LiGripO1lite の計測結果

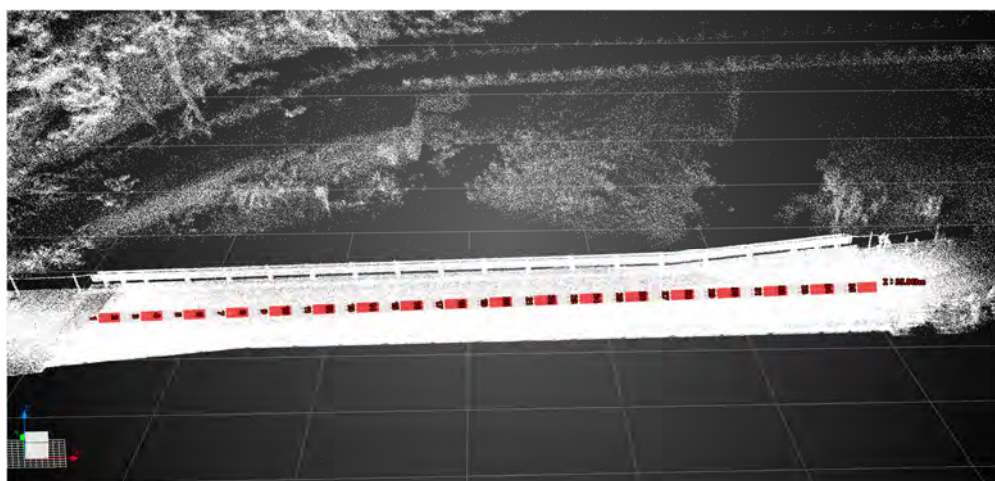


図 5-4 MapryLA03 の計測結果

ただし、ひとつ観測結果と実際の長さが異なる現象が発生した。具体的には、Scaniverse の計測で、35.8mの橋長が 25.9mと 10m程短くなった。これについては、本調査で確実といえる原因を確定することは出来なかった。

そこで、仮説ではあるが、計測時に首を振るように左右の点群を取得した計測方法が原因であると仮定し、計測方向を一方向に限定した計測方法で、橋梁の片側だけを計測した。この結果、橋長は正しく 35.8mを示した。

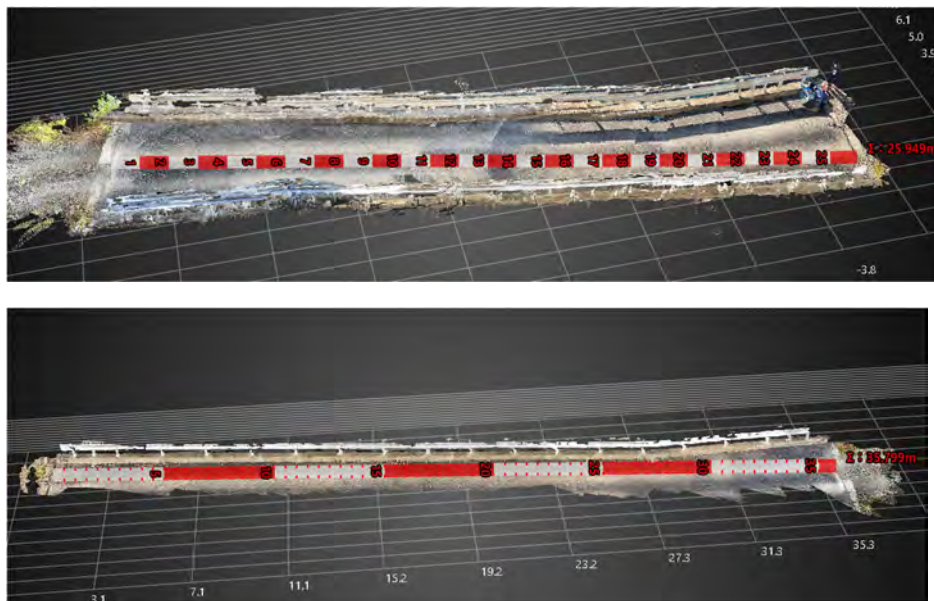


図 5-5 上図：左右に振りながら計測 下図：一定方向で計測

この現象については、ともに首を振りながら計測した九州森林管理局管内の現地では発生していない。よって、はっきりとした原因が不明であること、またその対策方法について今回の検証だけでははっきりとした確証とはならないことから、ガイド及びマニュアル案では、以下の文章を記述することとする。

iPhonePro や iPadPro のような測定レンジの短い Lidar_SLAM 測量では、広域な範囲を計測しようとする、測量結果が現実と異なる可能性がある。よって、計測する場合には、ポールやメートル縄等の距離を確認することが可能なものを用意しておくことが望ましい。

5-2 九州森林管理局管内

5-2-1 対象橋梁の概要

九州森林管理署管内では、宮城県都城市にある東折田代林道起点にある橋梁を対象とした。本橋梁は、令和4年に林道改良工事として新設されたもので、橋長8.4m、全幅4.8mの単純RC床版橋である。

橋梁名：なし 住所：宮城県 都城市 吉之元町

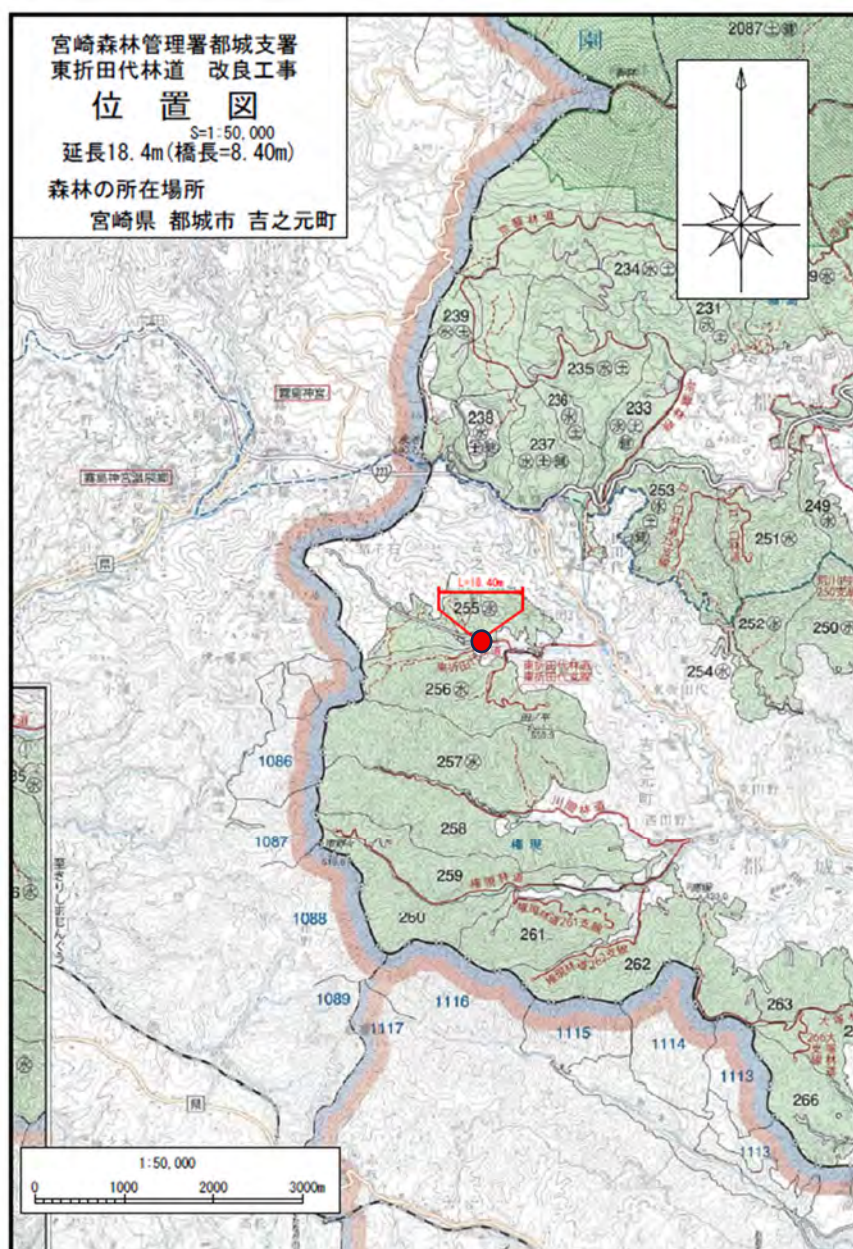


図 5-6 東折田代林道起点橋梁位置図

5-2-2 現地検証の実施

現地検証では、iPhonePro や iPadPro で使用するソフト及びハンドヘルド型の計測器による計測を実施した。実施した計測方法を以下にまとめた。

iPadPro による計測実施

- ・ Scaniverse LidarSLAM 測量
- ・ Scaniverse Splat 測量（写真による 3次元測量）
- ・ PIX4D_Catch
- ・ Mapry 林業

ハンドヘルド型 LidarSLAM による計測

- ・ LiGripO1Lite
- ・ Mapry LA03-1



写真 5-4 Scaniverse の測量状況

（担当：弊社入社 1 年目の新人職員 今回の測量方法は全て未経験）



写真 5-5 Pix4DCatch の測量状況

5-2-3 現地検証の結果

現地検証の結果、四国森林管理局と同じく、初めて使用する技術者でも容易に計測をすることが出来た。また、四国森林管理局管内で発生した計測結果の異常値なども発生しなかった。特に左右に振る作業をした場合でも異常値とならなかったが、今回の橋長が8.4mと短いことが起因した可能性もある。

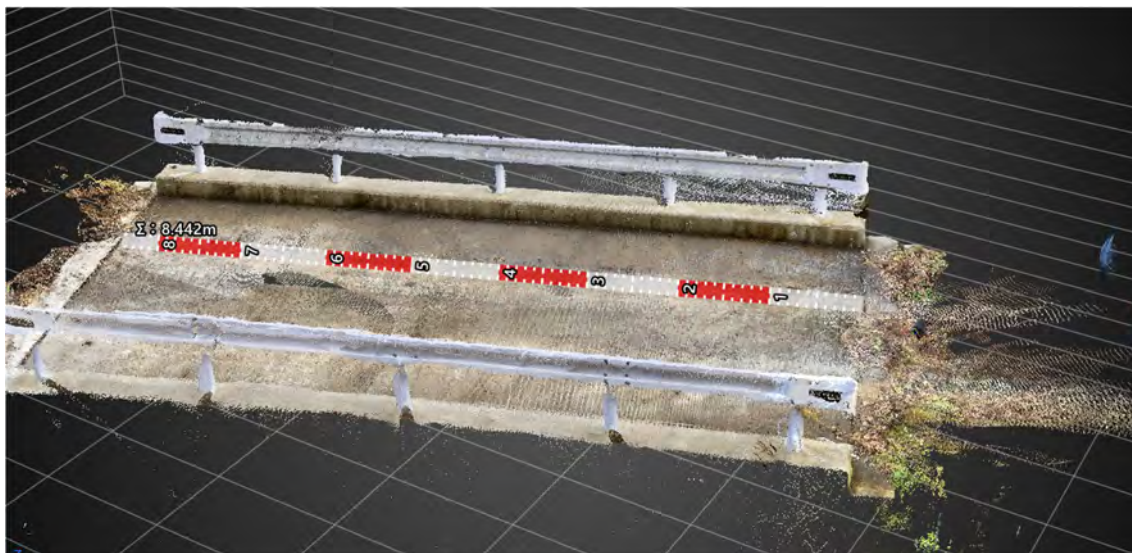


図 5-6 Scaniverse による測量結果



図 5-7 LiGripO1lite による測量結果

6. モバイル端末活用ガイド及びマニュアル（案）の作成

本調査において行った資料収集、現地調査、現地検証を踏まえ、ICTの知識が少ない技術者が使用することを考慮したガイド及びマニュアルを作成した。

ガイド及びマニュアル（案）の作成に当たっては、ガイド及びマニュアルを作成する目的、本図書の内容は作成時点（2026年3月）の情報であること、ガイドについては原則として各ソフトの正式なマニュアルを参照することを前提として作成していることを示した「はじめに」を示すこととした。

以下にガイド及びマニュアル（案）の目次を示す。

はじめに

ガイド編

1. 適用
2. モバイル端末の概要
 - 2-1 モバイル端末
 - 2-2 ソフト及び機材
3. 3次元点群測量の流れ
 - 3-1 モバイル端末の設定
 - 3-2 3次元点群測量
 - 3-3 データの出力
 - 3-4 点群データの編集
 - 3-5 点群データの構造化
 - 3-6 設計計画及び施設管理等での活用
4. 3次元点群測量方法
 - 4-1 3次元点群測量の流れ
 - 4-2 測量における留意点
5. データ出力及びデータの構造化
 - 5-1 データの出力
 - 5-2 データの編集
 - 5-3 データの構造化
6. 測量データの活用
 - 6-1 設計計画
 - 6-2 施設管理
 - 6-3 出来形管理

マニュアル編

1. モバイル端末用測量ソフト

1-1 Scaniverse

1-1-1 インストール方法

1-1-2 基本操作方法

1-1-3 Scaniverse の留意点

1-2 PIX4DCatch

1-2-1 インストール方法

1-2-2 RTK-GNSS の設定方法

1-2-3 基本操作方法

1-2-4 PIX4Dcatch の留意点

1-3 Mapry

1-3-1 インストール方法

1-3-2 RTK-GNSS の設定方法

1-3-3 基本操作方法

1-3-4 Mapry の留意点

2. 3次元点群編集用ソフト

2-1 TREND-POINT

2-1-1 インストール方法

2-1-2 基本操作方法

2-1-3 ノイズ除去

2-1-4 フィルタリング

2-1-5 座標変換

2-2 CloudCompare の使用方法

2-2-1 インストール及びメニューの日本語化の方法

2-2-2 基本操作方法

2-2-3 フィルタリング

2-2-4 ノイズ除去

2-2-5 座標変換

2-2-6 DEM データの作成

3. 点群データの活用

3-1 既存データの取得方法

3-1-1 G空間情報センターについて

3-1-2 データの検索方法

3-1-3 データの取得

3-1-4 データの公開状況

- 3-2 QGISによる活用方法
 - 3-2-1 インストール方法
 - 3-2-2 基本操作方法
 - 3-2-3 レイヤの作成と属性情報の付与
 - 3-2-4 プラグインの設定及び使用方法
 - 3-2-5 CS立体図の作成方法
 - 3-2-6 CS立体図を用いた林道ベクタデータの作成方法
 - 3-2-7 Google Earth で活用するデータの作成
- 3-3 モバイル端末による監督職員による出来形確認
 - 3-3-1 作業の流れ
 - 3-3-2 現地での測量方法
 - 3-3-3 点群の処理及び出来形確認の実施
 - 3-3-4 出来形管理の事例
- 3-4 林道災害での活用事例
 - 3-4-1 作業の流れ
 - 3-4-2 現地での測量方法
 - 3-4-3 点群の処理及び災害資料の作成
 - 3-4-4 災害資料の作成の事例