

施業集約化・境界明確化に関するセミナー

令和3年2月

リモートセンシング活用の 山村部における地籍調査について

明日を共創る
Leading for the Future



アジア航測株式会社

リモートセンシング活用による地籍調査とその技術

リモートセンシング技術を用いた山村部の地籍調査

「リモートセンシング技術を用いた山村部の地籍調査マニュアル」
(平成30年5月 国土交通省土地・建設産業局地籍整備課)

【マニュアルの特徴】 (マニュアルの「[序] 概説」より抜粋)

近年、山村部（国土調査法施行令（昭和27年政令第59号。以下「令」という。）別表第四に定める区分のうち、乙二又は乙三の区域）における地籍調査は、土地所有者の高齢化、不在地主の増加、森林の管理不足等により、現地立会による一筆調査や測量が困難になってきている。一方で、災害対策や環境保全、森林の多目的利用等の推進のために、地籍調査そのもののスピードアップや効率化が求められている。

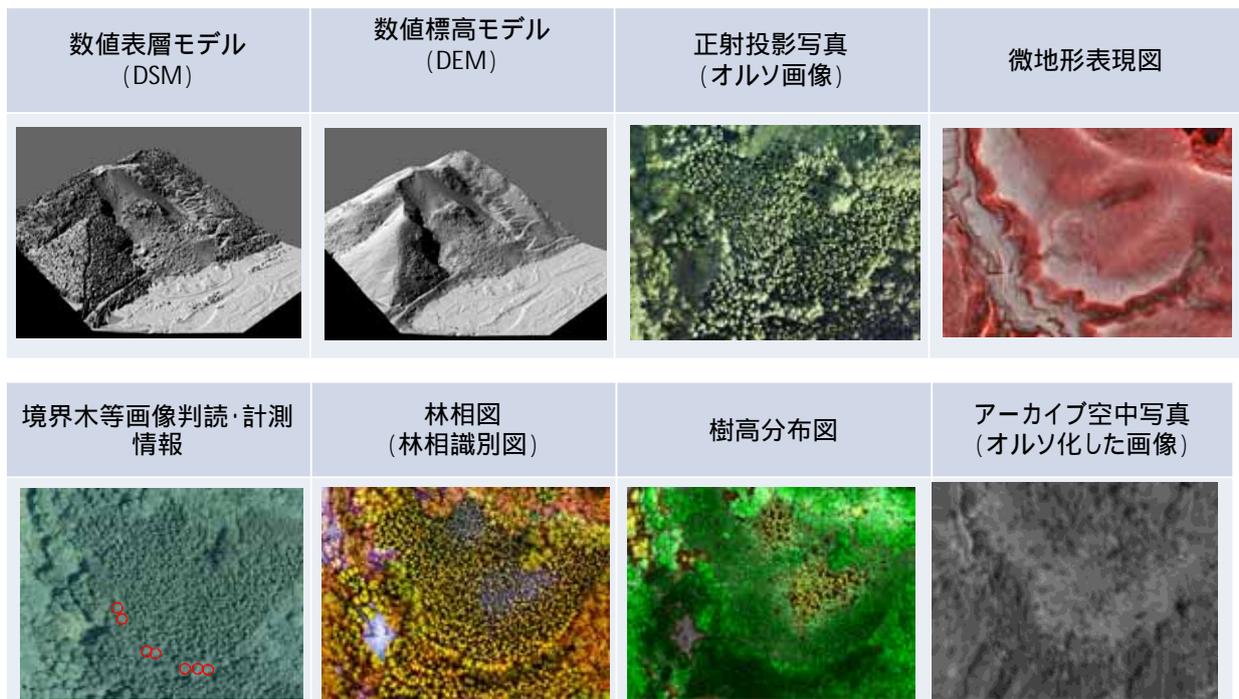
本マニュアルは、山村部における地籍調査において、公図等の境界を示す資料と併せ、近年進展の著しいリモートセンシング技術により得られた地形情報や植生情報、現地調査で得られた筆界情報、現地における位置に精通している者（以下「現地精通者」という。）等の証言等による筆界情報等の重ね合わせや組み合わせにより、原則として現地立会を行わないで筆界案を作成し、それを土地の所有者等の関係者が集会所等で確認するとともに、必要に応じて現地で補備測量を行うこと等により行う地籍調査の作業方法を示したものである。

地籍調査で使えるリモートセンシング技術とデータ

リモートセンシング情報図の種類	リモートセンシング技術・データ (:最適、○:適、 :ある程度可能、×:不適)			
	有人航空機による空中写真測量	有人航空機による航空レーザ測(航空レーザ用数値写真)	無人航空機(UAV)による空中写真測量・航空レーザ測量	アーカイブ空中写真
数値標高モデル(DEM)				
数値表層モデル(DSM)				
正射投影写真図(オルソ画像)				
微地形表現図	×			×
境界木等画像判読・計測情報				○
林相図				
樹高分布図				
過去の土地利用等の筆界関連情報	×	×	×	

平成30年3月の検討に基づくものであり、今後の技術向上次第では可能となる場合もある。
 引用：リモートセンシング技術を用いた山村部の地籍調査マニュアル（平成30年5月）

リモートセンシング技術とデータ



航空レーザ測量のしくみ



7

航空レーザ測量のプラットフォーム

有人航空機
(固定翼)



有人航空機
(回転翼)



無人航空機
(UAV)



レーザー測距装置



作業風景

8

航空レーザ測量データの点検及び調整

地籍調査に求められる水平位置精度の確保のため、測量データの点検及び調整を行う。航空レーザ測量に際しては、点検及び調整時の基準となる点（調整用基準点）を選点する。調整用基準点には地籍図根三角点などを使用する。



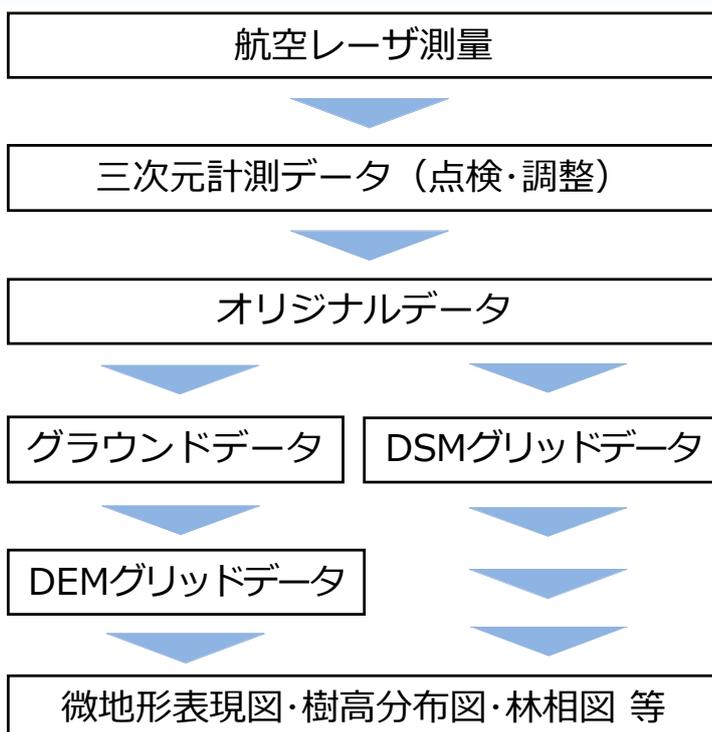
調整用基準点の設置例



電子基準点を与点とする
GNSS測量の例

9

航空レーザ測量データの解析工程



■ 三次元計測データ：航空レーザ測量で観測されたデータ。

■ オリジナルデータ：三次元計測データに対し地表面の標高等が調整されたデータ。

■ グラウンドデータ：オリジナルデータから建物や樹木等を取り除いたデータ（フィルタリングデータ）。

■ DEM（数値標高モデル）：グラウンドデータを格子状に再配列した標高のモデル。

■ DSM（数値表層モデル）：建物や樹木等を含んだ地表面の高さのデータで格子状に再配列したモデル。

10

航空レーザ測量データから作成する解析図

■ 微地形表現図

DEM を用いて、地形の開度、斜面の勾配、標高の高低差などから作成。尾根、谷、道・里道、段差、窪地、かつての耕作地地形など大きな地形から小さな地形まで明瞭にわかる。

■ 正射投影写真図（オルソ画像）

中心投影の空中写真データを正しい大きさと位置に幾何変換した画像。撮影された時点の林相や土地利用の状況を俯瞰できる。今では多くの方に見慣れた写真図。

■ 林相図（林相識別図）

航空レーザパルスの反射強度データなどを用い作成する。スギやヒノキなどの樹種、時に境界木が推定可能なカラー画像。レーザ点群を可視化したもので、空中写真に見られる山影は生じない。

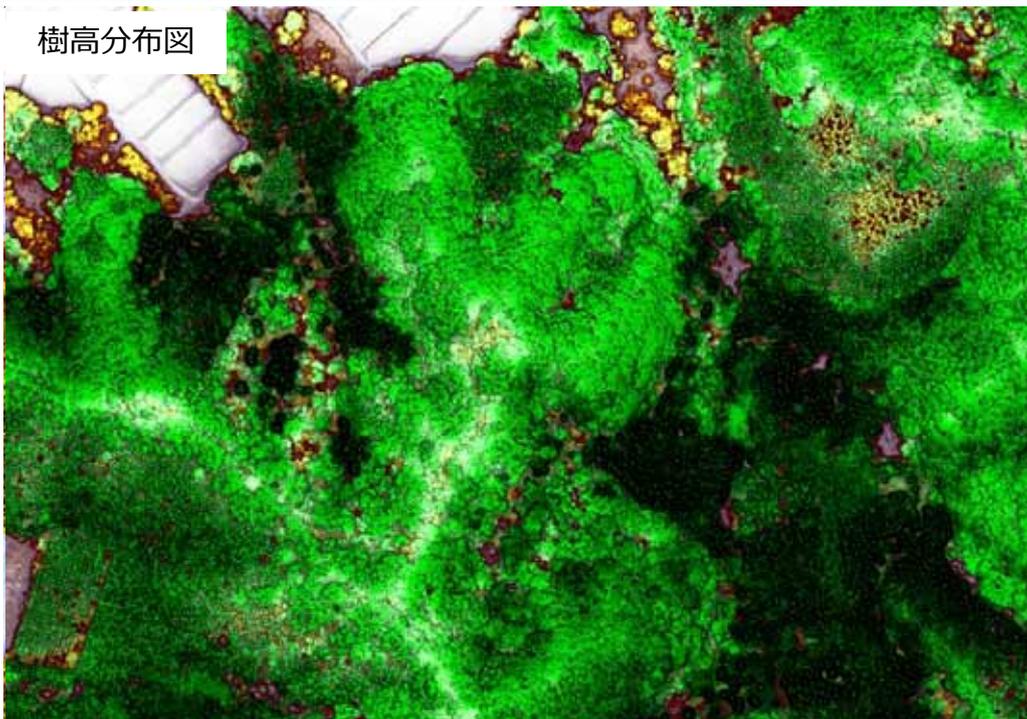
■ 樹高分布図

航空レーザ測量成果のDSMとDEMの差分から作成する樹高を表現する図。植栽年の異なる林分の境を読み取れる。

11

航空レーザ測量成果を用いて作成する主題図

樹高分布図



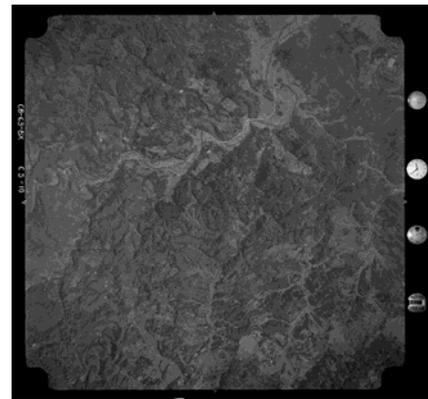
12

アーカイブ空中写真の地籍調査への活用

過去の空中写真（アーカイブ）は、撮影時点の植生、土地利用の状況を見ることができる。山を盛んに利用していた当時の様子を伺い知ることができ、筆界を推定する手掛かりが得られることがある。

【空中写真の入手】

国土交通省 国土地理院からネットショッピングまたは通信販売で購入できる。写真の検索は「国土地理院 地図・空中写真閲覧サービス」で行える。



国土地理院から入手した
空中写真（秋田県鹿角市）

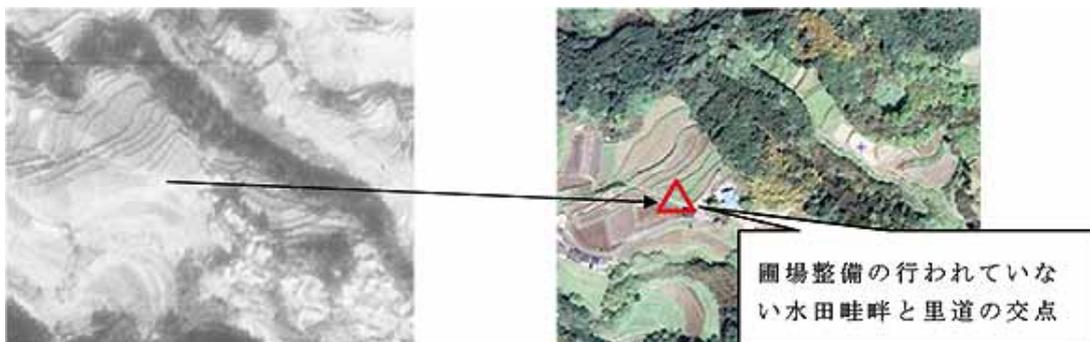
13

アーカイブ空中写真のオルソ化

空中写真を地籍調査へ有効に活用するために正射投影変換（オルソ化）を行う。

【オルソ化の簡易な手法】

空中写真上と地形図等の両方で明瞭に位置の対応が可能な地物等（GCP：グランド・コントロール・ポイント）を十分な数で選定し、またDEM及びDSMを併用し、GIS等に装備の2次元座標変換機能により作成。

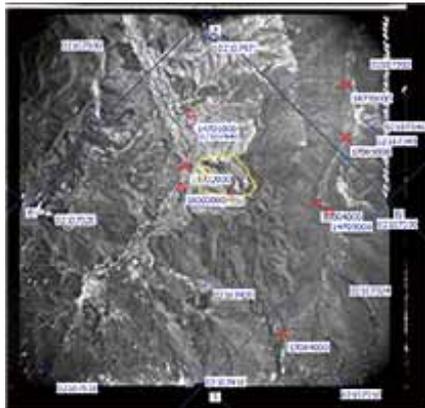


14

アーカイブ空中写真のオルソ化

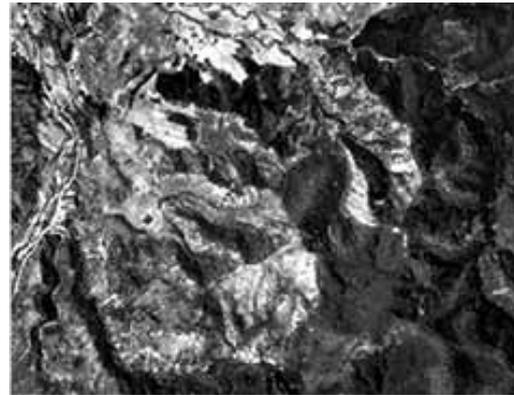
【標定解析による手法】

空中写真上の位置と地上における位置の関係を厳密にモデル化し、写真測量を行う方法。連続する空中写真、隣接コースの空中写真の写真間の相対的な位置関係を正確に定め、空中写真に写っている対空標識等で地上との位置関係を三角関数により計算。この空中三角測量を実施した空中写真とDEMを用いて、オルソ画像を作成。



標定点等の設定

△：標定点
X：パスポイント
○：調査対象地域



空中写真から作成したオルソ画像

アーカイブ空中写真のオルソ化

デジタルステレオ図化機を用いるとオルソ画像が簡易に作成可能。ステレオ観測は、道、境界木、植生界、崩壊地等の判読や図化に有効。

(デジタルステレオ図化機の機能等)

空中写真データ等の格納・管理／空中三角測量／ステレオモデル構築
ステレオ観測／ステレオ図化（デジタルマッピング）
DSM・DEMの計測／オルソ画像作成／オルソ画像モザイク



操作画面

ステレオモデル計測画面

PC・制御ソフト

山村境界基本調査

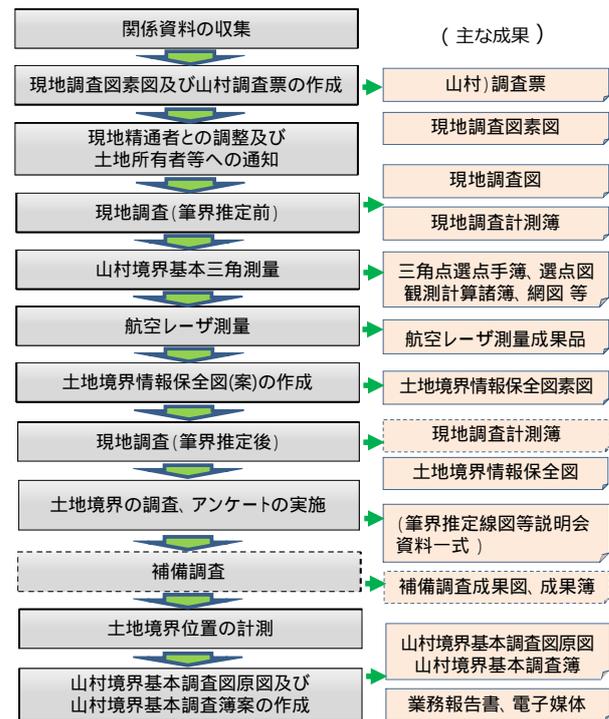
※ 令和2年度から効率的な手法導入推進基本調査と改称

基本調査の概要

土地の境界に詳しい者の踏査により山村の境界情報を調査し、簡易な測量をした上で、境界（筆界）に関する情報を図面等にまとめ保全する事業。地籍調査の基礎となるものに位置づけされている（国土調査法並びに山村境界基本調査作業規程準則）。

特 徴

リモートセンシング技術により得た地形や林相の情報、現地調査及び現地精通者等の証言による筆界情報等の重ね合わせや組み合わせにより、原則として現地立会をせず筆界案を作成。それを土地の所有者等が集会所等で確認し、必要に応じ補備調査を行う仕組み。



17

基本調査の事業量等

- 実績面積：0.65 km² ※ 現地調査図素図等作成は11 km²
- 筆数 122 筆 ※ 現地調査図素図等作成は1190筆
- 平均傾斜度 急傾斜地（1）
- 平均視通状況 山 I
- 筆形状 不整形地
- 精度区分 乙 2
- 縮尺 1 / 2,500
- 調査対象区域周長 約5km
- 役所から調査対象区域までの距離 約20km

18

関係資料の収集

公図（電子データ・紙）／登記事項要約書／公図等編集図（紙）
 地積測量図／地籍図（隣接の調査完了地区のデータ）
 航空写真オルソ画像（電子）／地形図／森林計画図／
 国有林地図（隣接部・紙）／アーカイブ空中写真画像（データ）
 現地精通者から提供された土地境界に関する図面等資料（紙）等



公図



公図等編集図



和紙公図



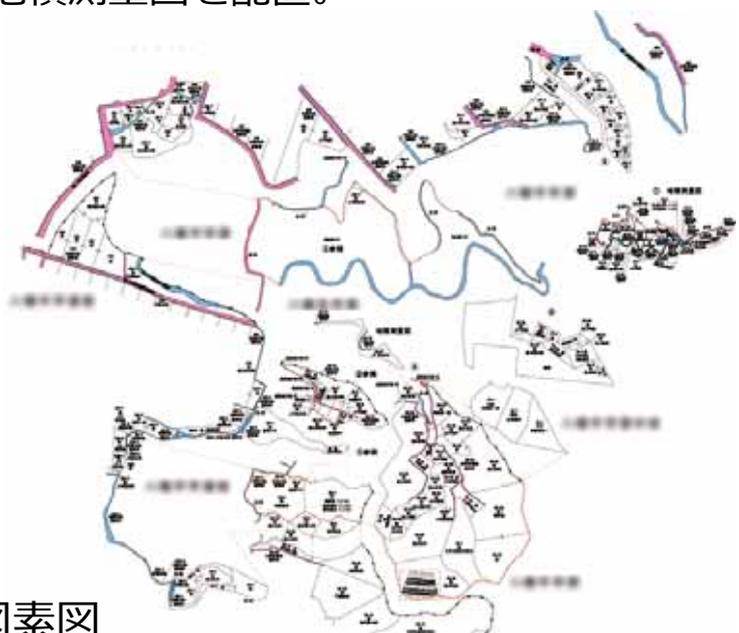
森林計画図

現地調査素図の作成

調査区域及びこれに隣接する一筆までを対象とし、土地のおおよその配列を検討して公図や地積測量図を配置。

市提供の地番リスト等を参考に調査区域を確認し、収集した公図データを、和紙公図、地積測量図及び市の公図等編集図などを参照して配置・検討し、作成。

なお、登記簿に記載された地番の公図がない筆などについては不明土地として整理。



現地調査図素図

現地精通者との調整及び土地所有者等への通知

調査開始にあたり、調査区域の土地所有者等へ調査に関して通知。
 現地精通者は市からの依頼や紹介等により決まる。現地精通者に対し、調査の概要を説明し、現地調査図素図や空中写真等を用いて調査区域と土地の現況等を確認し、現地調査時の案内の協力を要請。
 本調査では4名の現地精通者に協力して頂き、戦後間もない頃の山の利用や管理、共有地の扱い、境界の目印、道、今日の山の利用状況などを聞き取るとともに、境界に係る資料を貸与して頂いた。



21

現地調査の実施（筆界推定前）

調査区域の外周、現地精通者から得た境界の有用な情報、既存三角点、里道等を現地で確認。筆界点となりうる地物等をGNSS観測し、境界確認に有効な風景や地物等を座標情報付きで写真撮影。
 本調査では、区域外周、道及び主な尾根と谷を踏査し、現地精通者から得た境界の目印（杭、植林の隙間、境界木）などを調査。



左から
 ・隣接の国有林の標識
 ・精通者情報の境界杭
 ・植林の隙間



左から
 ・四等三角点
 ・目印?の大きな岩
 ・GNSS観測風景

22

山村境界基本三角測量

後続の地籍調査に用いる山村境界基本三角点を設置（永久標識）。三角点の密度は、マニュアルの運用規程の地籍図根三角点の密度を標準（2～4点/km²）。三角測量は電子基準点を与点とする電子基準点のみを与点とする基準点測量（GNSS法）により実施。

本調査では三角点を3点設置。うち1地点は保安林に近接していたため、森林伐採を避けて落葉期の積雪前に長脚により実施。選点、観測計画、測量観測、点検測量、簿冊作成、検定の流れで成果作成。



選点



標識（プラ杭・9cm角）

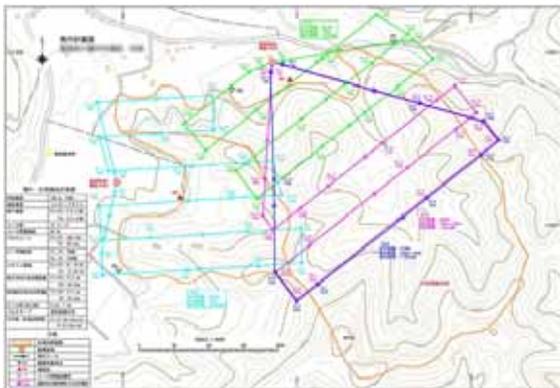


GNSS観測

航空レーザ測量

航空レーザ計測システムを用い地形等を計測し空中写真も撮影。観測密度は4点以上/m²が基本。

本調査では無人航空機搭載（UAV）のレーザ測量システムで測量。測量計画、調整用基準点等の設置、測量、データ処理、精度検証の流れで測量成果作成。その計測データを解析し、DSM、DEM、微地形表現図、樹高分布図及び林相識別図を作成。



UAV飛行・測量計画



左上から
電波状況等
確認、測量
機器点検
UAVレーザ
測量、調整
用基準点の
観測

土地境界情報保全図の作成（筆界の推定） 現地調査（筆界推定後）

航空レーザ測量のデータ解析図、オルソ、アーカイブ空中写真、現地調査結果及び現地精通者の証言等から得られる境界情報を基に筆界を推定。筆界推定案ができない箇所、現地確認が必要な箇所について現地調査を実施。



上：精通者同行の現地調査
左：筆界推定案とその修正

25

土地境界の調査 ～集会所での土地所有者等への説明～

土地所有者等に通知して集会所等へ参集頂き、調査で得られた成果を用いて土地境界等について説明。土地境界が原案通り承認された場合は調査票にその旨を記載。修正意見があった場合は市職員の確認を得て、土地所有者等の意見を基に筆界推定線図及び調査票に修正事項を記入。境界情報を把握できない場合は境界を点線で表示し、その理由を調査票に記載。

本調査では、土地所有者等、その他多くの関係者が参加可能となるよう、説明会は日曜と平日の2日間を設定。会場は多くの土地所有者が住む調査区域の集落会館を借用。

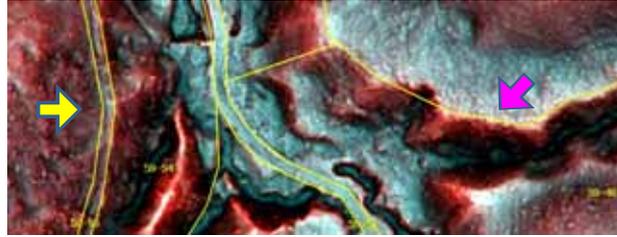
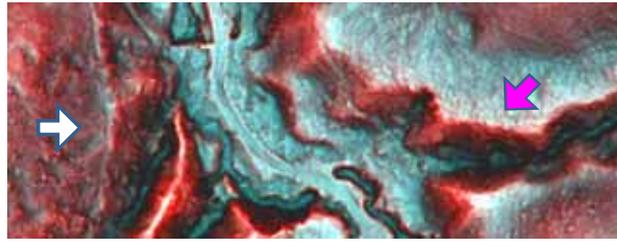


説明会場の施設の外観と
説明会場とした部屋

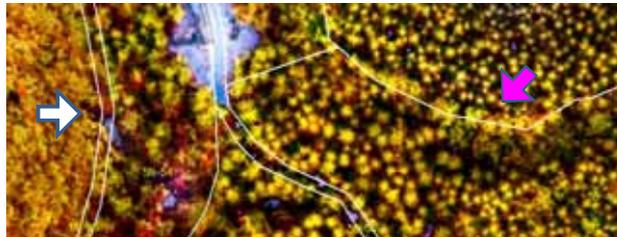
26

筆界の推定

道が判読可能
↓
道を配置



今では、道は使われず雑木が繁茂し現地では不明



(精通者情報)
境界は斜面の肩
且つカラマツ植栽
↓
斜面の肩に境界を配置

↑
← カラマツが
列状に植栽

筆界の推定

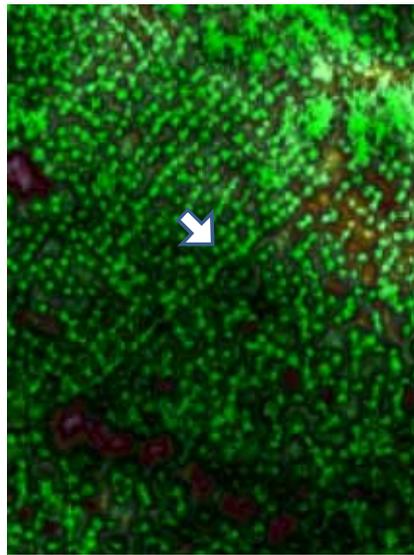


2012年オルソ
樹種の違いは判るが成長した高木で被われ境界が不明瞭



1976年オルソ
土地利用（原野と森林）が異なり境界が明瞭

筆界の推定



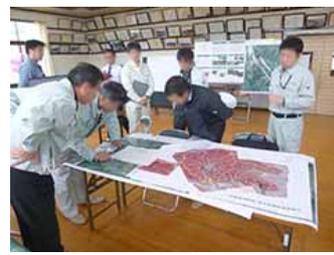
2012年オルソ（左）と樹高分布図（右）に“隙間”が読み取れる。航空レーザの樹高分布図はオルソのような木の倒れ込みがなく、位置がわかりやすい。

植林地に3m程度の隙間が認められる。

土地境界の説明会の実施状況

説明会では、公図や地積測量図等の収集資料、リモートセンシングの各種解析図面と筆界を重ねた土地境界情報保全図を準備。

土地所有者等が筆の位置を認識できるように、土地境界情報保全図には、小字名、河川・道などの名称、現地確認した境界の目印となる地物などを付記。現地写真も見せられるように工夫。



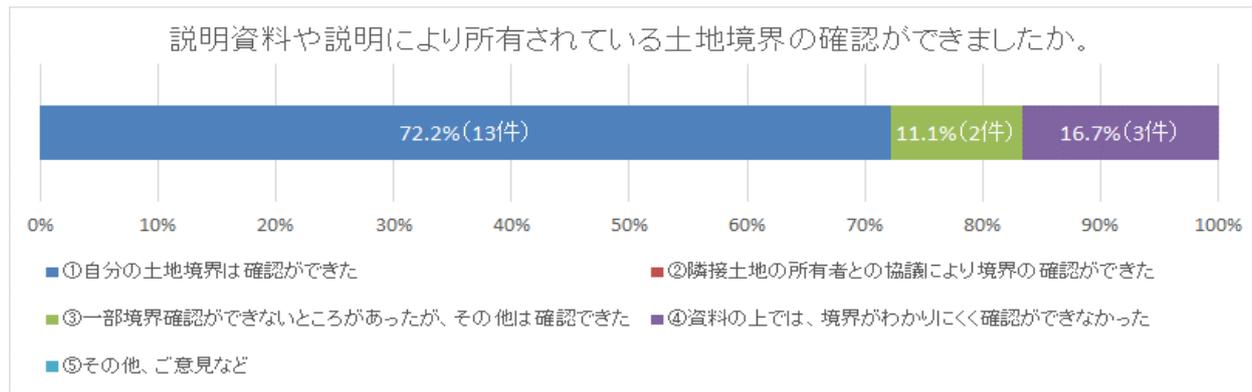
集会所での土地境界の調査の結果

【土地境界の調査への参加者】

調査地区136筆のうち市以外の土地所有者は48名。説明会に18名が参加し、境界確認を精通者等に依頼した11名を含み参加率は6割。

【リモートセンシング活用の境界説明に対する意見】

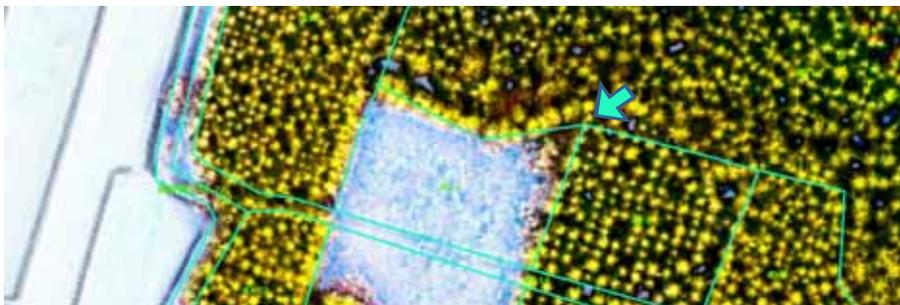
7割の方が“自分の土地の境界が確認できた”と回答。“資料の上では境界がわかりにくかった”との回答は2割弱の結果。



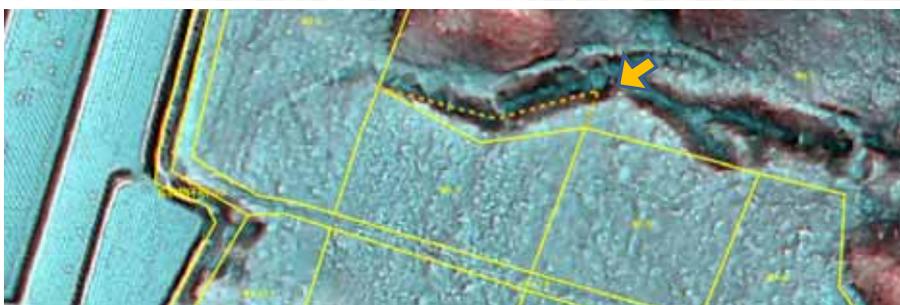
33

土地境界の修正意見の例

筆界案では林相の境（原野と山林の境。境の樹木は境界木のようにも見える）を境界と推定したが、土地所有者から「沢筋が境界」との意見があり、修正。



筆界案では原野と山林の境（斜面の肩付近）に筆界を推定。



土地所有者から修正意見を受けて筆界を沢筋に修正。

34

施業集約化・境界明確化に関するセミナー
リモートセンシング活用の山村部における地籍調査について

