

V 境界推測図の活用

本章の構成を、図V-1に示します。V-1は森林所有者への説明資料の活用と推測根拠を伝えることを説明します。V-2、3は境界推測図の立体表示方法、V-4は境界推測図を携帯する機器、V-5は現地で確認する事項、V-6は境界点の測位について説明します。



図V-1 V章の構成

V-1 森林所有者への説明資料

作成した境界推測図は、所有者、関係者、地域の方と共有するため説明会等で利用することが考えられます。その説明会等で得られた境界推測に対する意見を、整理して境界推測図に反映します。説明会では、新たな境界に関する情報を入手することもあります。また現地で境界を確認しなければならないことがあると考えられ、対応しながら境界推測図を調整します。調整した境界推測図は、現地確認、所有者立会での境界点測設などに利用します。

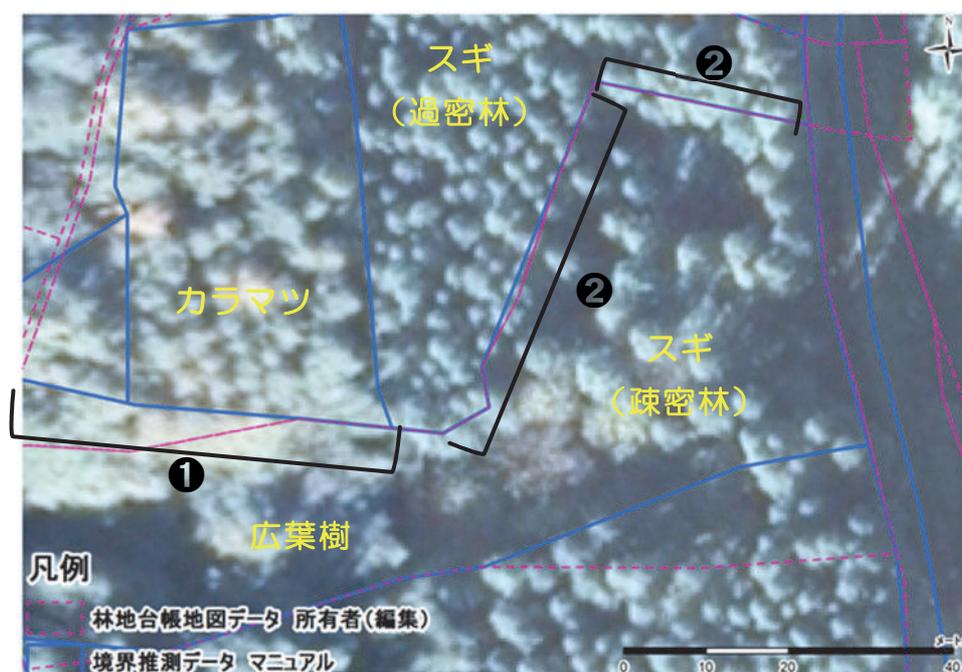
境界推測図作成は、GISで行っておりますので、データとして保存することができます。また境界変更、新たな情報など、GISでは情報の更新が可能なので、常に最新の情報でデータを管理、提供することができますので、大切に保管しておきましょう。

境界推測について説明する時は、境界推測図の推測根拠を説明することが必要です。大切なことは、何を根拠として、その区画を境界と判断したか（推測したか）を所有者に説明することです。

例えば図V-2ですが

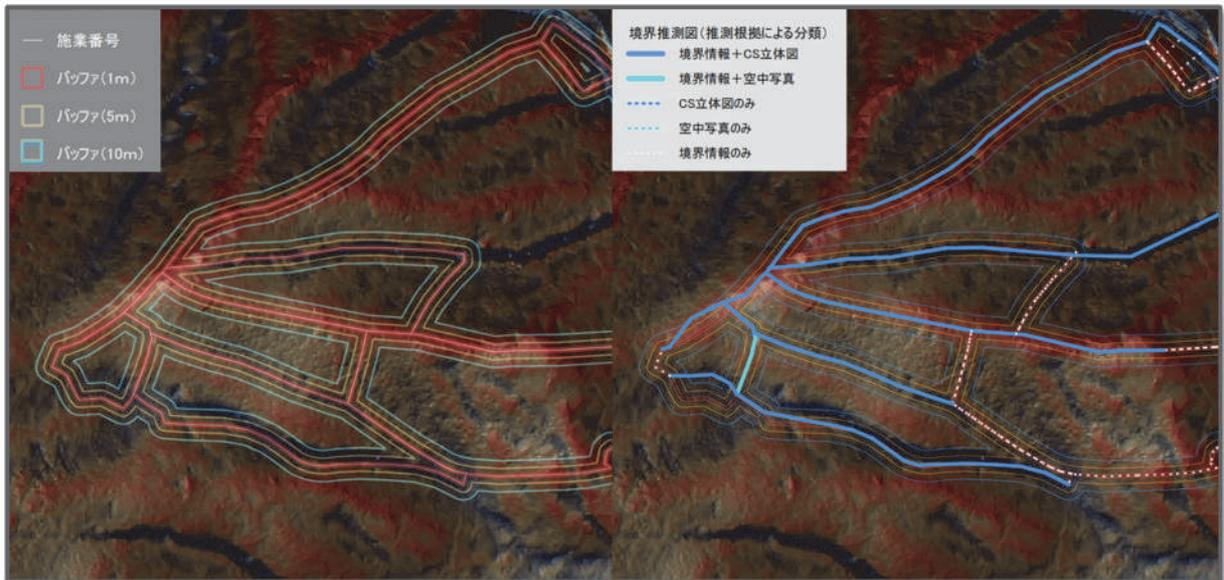
- ①「この境界推測は、林地台帳地図と少し違いますが、空中写真から北（図の上側）がカラマツ、南（図の下側）が広葉樹なので、その境を境界と推測しました。」
- ②「その先の境界は、林地台帳地図が示す境界が、空中写真から林分密度の違いと一致するので、林地台帳地図にしたがって境界と推測しました。」

具体的な推測内容を説明ができるように整理しておきましょう。



図V-2 境界推測の作成経緯の説明①

図V-3は、具体的な数値を目安に境界推測した図です。所有者への説明のときには、客観的な推測作成資料を揃えることも大切なことです。



図V-3 境界推測の作成経緯の説明②

境界推測図を利用して所有者に説明した後、確認した境界は林地台帳に反映して管理することが望ましいです。

林地台帳の情報更新を実施することは、林地台帳の精度を向上することであり、今後の森林整備の推進につながると考えられます。

【コラム】実際に境界明確化を実施した方の話

境界明確化には、所有者や関係者の合意形成が必須です。

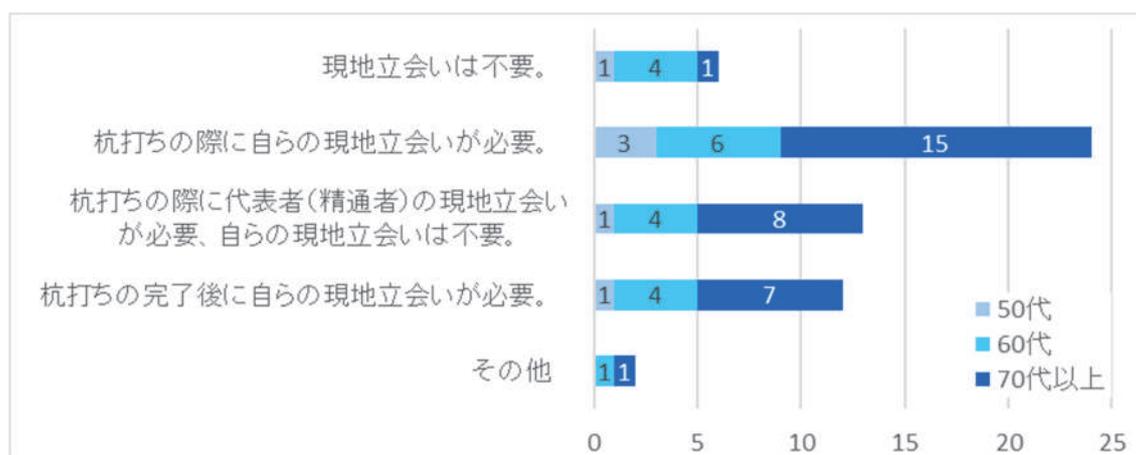
境界明確化を実施した団体の担当者からの話ですが、境界明確化の作業を進めると山に関わる過去の諸問題が表面化・具現化することがあります。境界明確化は、境界明確化を実施する行政や林業事業体の一概な主導で実施するのではなく、所有者や地元の方々の調整を慎重に行い協同して実施することが重要とのことでした。

【コラム】現地での境界明示（杭打ち）への立会希望に関するアンケート結果

林野庁補助事業スマート林業実践対策にて「いしかわスマート林業推進協議会」は、過去の空中写真立体視等を活用して「境界候補図」（長野県の「境界推測図」に相当）を作成するという取組を行っています。

実際に森林組合、林業事業者が作成した「境界候補図」を住民説明会で説明し、所有者からの指摘に基づき修正・確認したうえで、住民説明会の参加者にアンケートを行った結果が「令和元年度スマート林業構築普及展開事業報告書」（令和2（2020）年3月、林野庁）に報告されています。

調査対象は平成30年度、令和元年度のあわせて7地区で実証した住民説明会の参加者です。現地での境界明示（杭打ち）への立会い希望については、70代以上は現地立会いの必要性が高いが60代以下では低くなっていく、すなわち状況によっては、現地立会い無しで「境界候補図」が所有者に認められる可能性があると言えます。



現地での境界明示（杭打ち）への立会希望に関するアンケート結果

「令和元年度スマート林業構築普及展開事業報告書」（令和2（2020）年3月、林野庁）p.55より

https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/smartforest/smart_forestry.html

V-2 GoogleEarthPro での立体画像表示（3D画像）

作成した境界推測図は平面的な情報ですが、この図を立体的に表現すると現実味のある境界推測図となり、所有者や地域の方々が境界推測結果を理解する一助となります。

立体画像は、普及している GoogleEarthPro を利用して表現することができます。図 V-4 は GIS の画面です。図 V-5 は、GoogleEarthPro に境界推測図を取り込ませて立体視させた画面です。

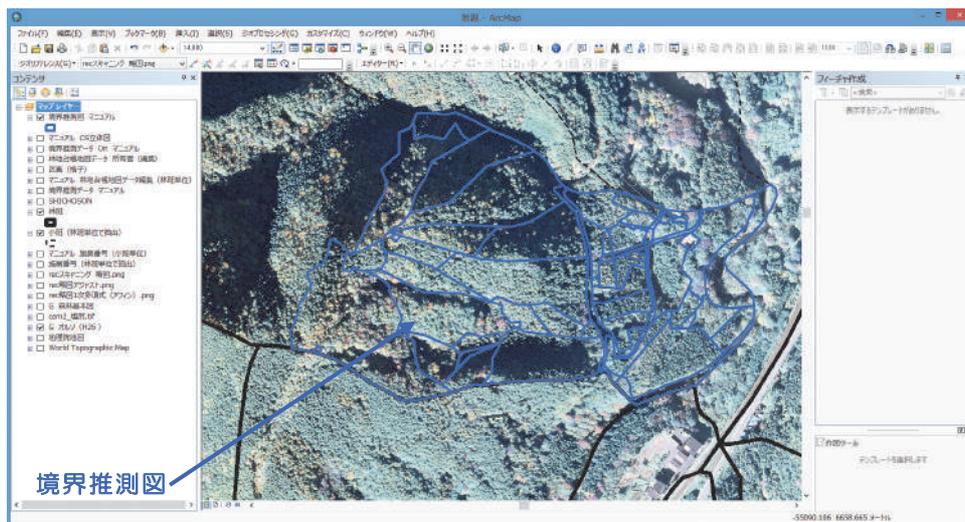


図 V-4 境界推測図を表示させた GIS の画像

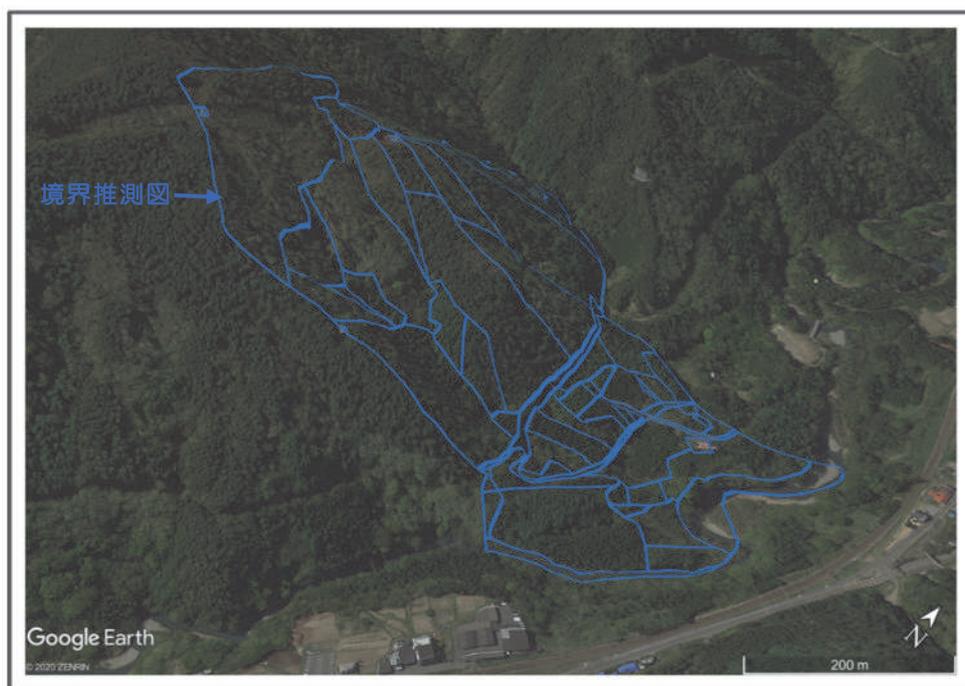


図 V-5 GoogleEarthPro に読み込ませた立体画像

V-2-1 GISでのデータ変換

図V-6は、GIS上で境界推測図を表示した画面です。このシェープファイル形式の境界推測図を GoogleEarthPro で取り込めるように KML 形式へとファイル形式を変換します。手順は次のとおりです（ArcGIS の場合）。

- ①ArcToolbox のアイコンをクリックすると ArcToolbox が開く
- ②ArcToolbox ➡ 変換ツール ➡ KML へ変換 ➡ 「レイヤー→KML(Layer to KML)」をクリックすると「レイヤー→KML(Layer to KML)」のダイアログボックスが開く
- ③レイヤー→KML(Layer to KML)の「レイヤ」のプルダウン▼をクリックすると、「マッププレイヤー（図の左）」に表示しているレイヤが表示される

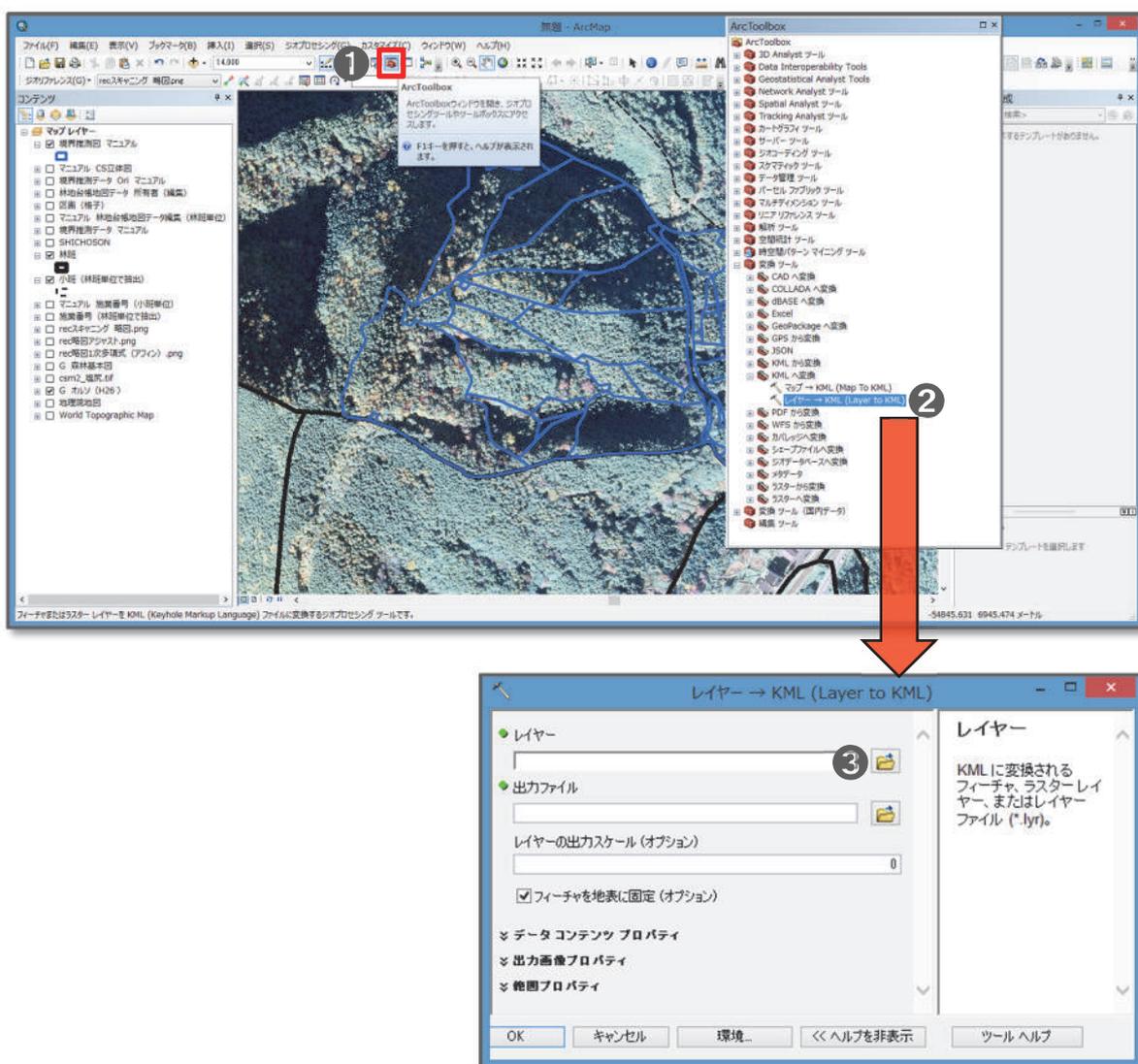


図 V-6 境界推測図のデータ変換（ArcGIS）

- ④データ変換するレイヤ(情報)をクリックすると(例では、境界推測図 マニュアル)、レイヤのプルダウン▼の左側に選択したレイヤが表示される
- ⑤「出力ファイル」のフォルダ📁をクリックすると、「名前を付けて保存」のダイアログボックスが開く
- ⑥変換したデータの保存先を指定
- ⑦ファイル名を入力
- ⑧保存をクリックするとレイヤ→KML (Layer to KML) のダイアログボックスに戻る
- ⑨「レイヤ」と「出力ファイル」の設定がよければ、「OK」をクリック
これでデータ変換が行われる

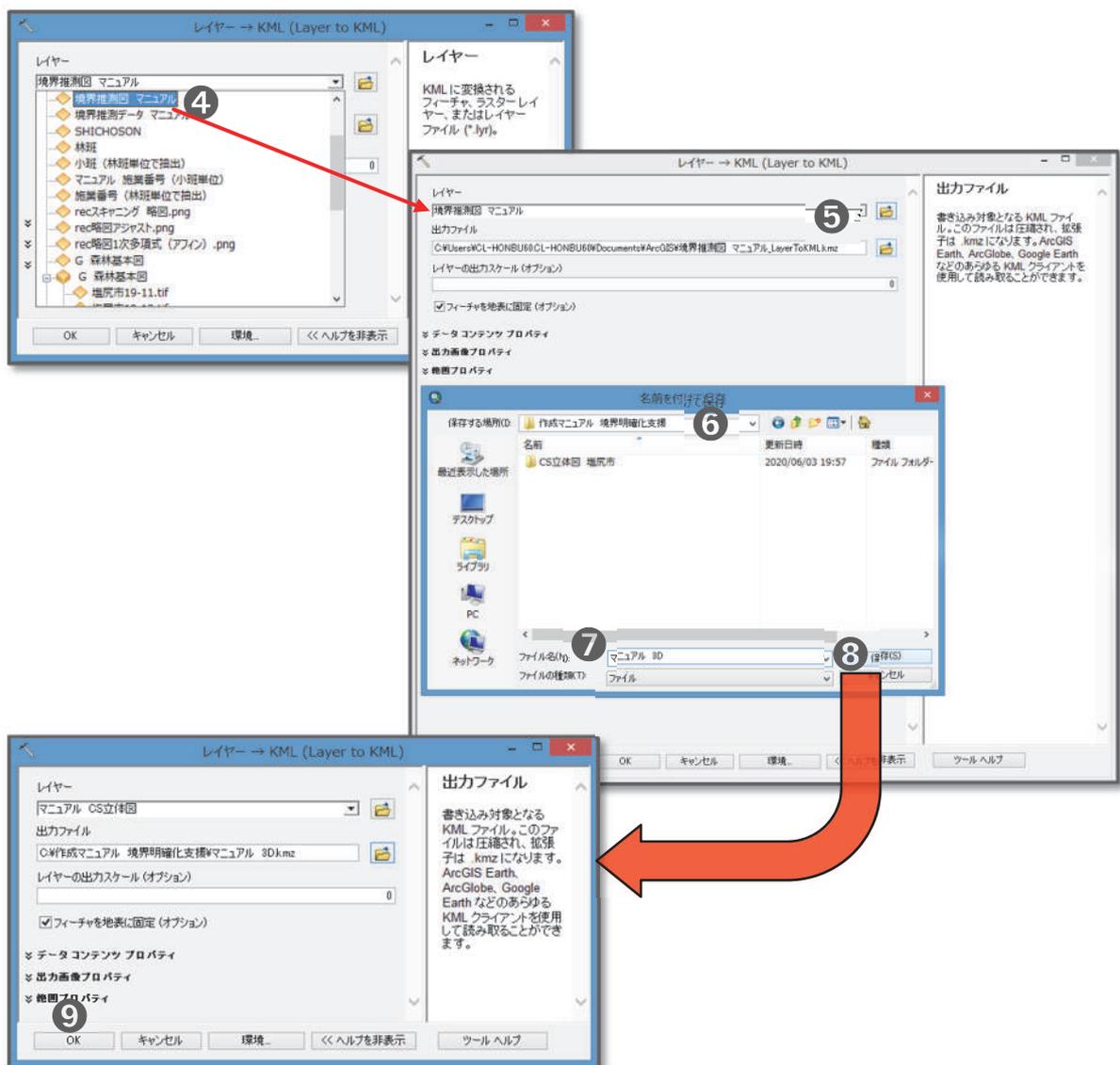
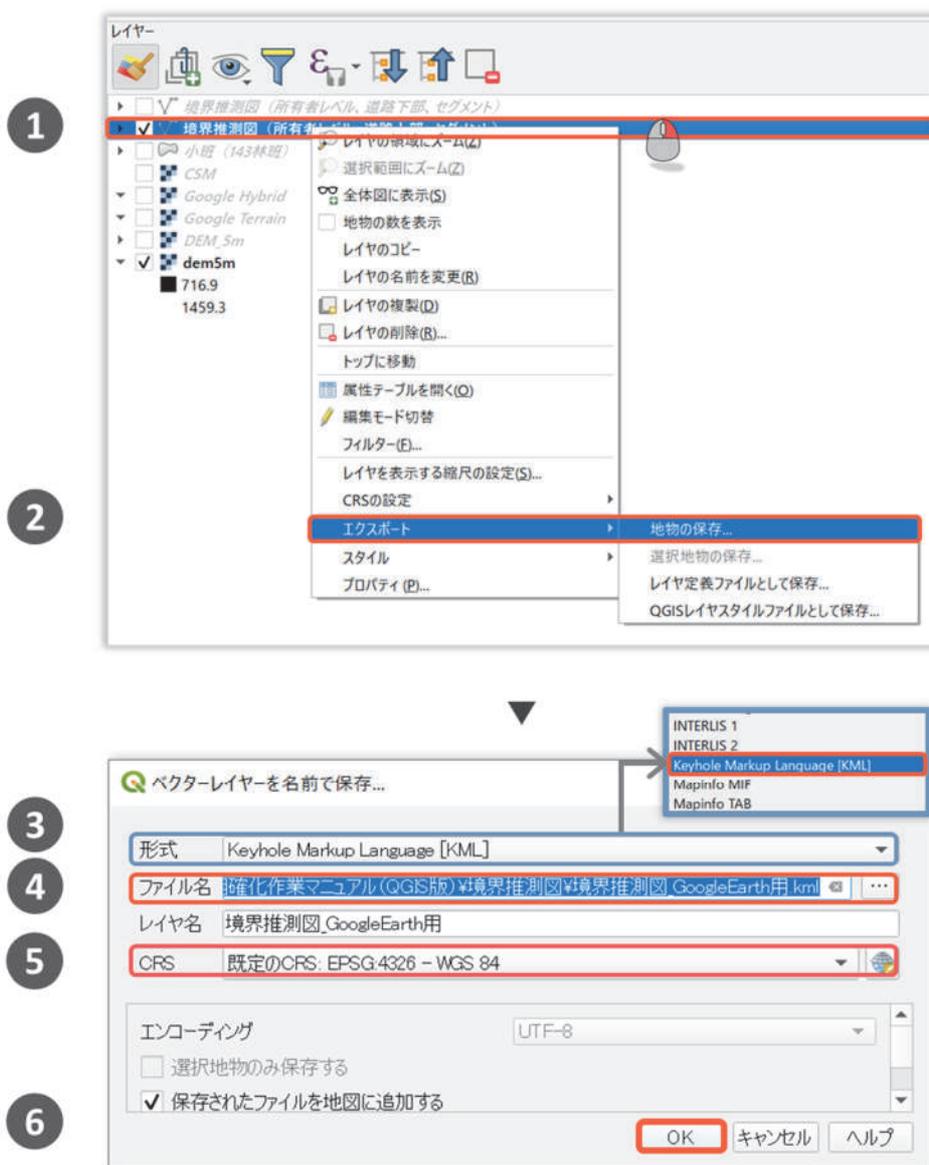


図 V-7 境界推測図のデータ変換 (ArcGIS)

【コラム】QGISにおけるシェープファイルからKMLファイルへの変換

目的の操作は、通常のレイヤ保存操作時の、オプション「ファイル形式」を「KML」に変更することで行えます。手順は下記の通りです。

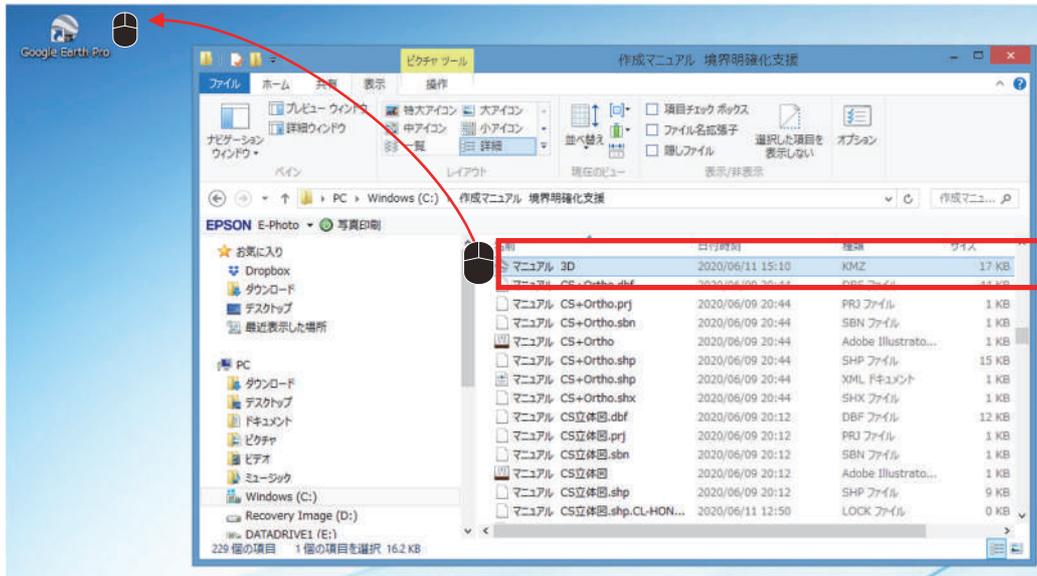
- ① KMLに変換したいレイヤを右クリック
- ② 「エクスポート」の「地物の保存」をクリック
- ③ 「形式」をクリックし、「Keyhole Markup Language [KML]」をクリック
- ④ 「ファイル名」に保存先を指定
- ⑤ 「CRS」に「WGS (EPSG:4326)」を指定
- ⑥ 「OK」をクリックすると、保存先にKMLファイルが新規作成される



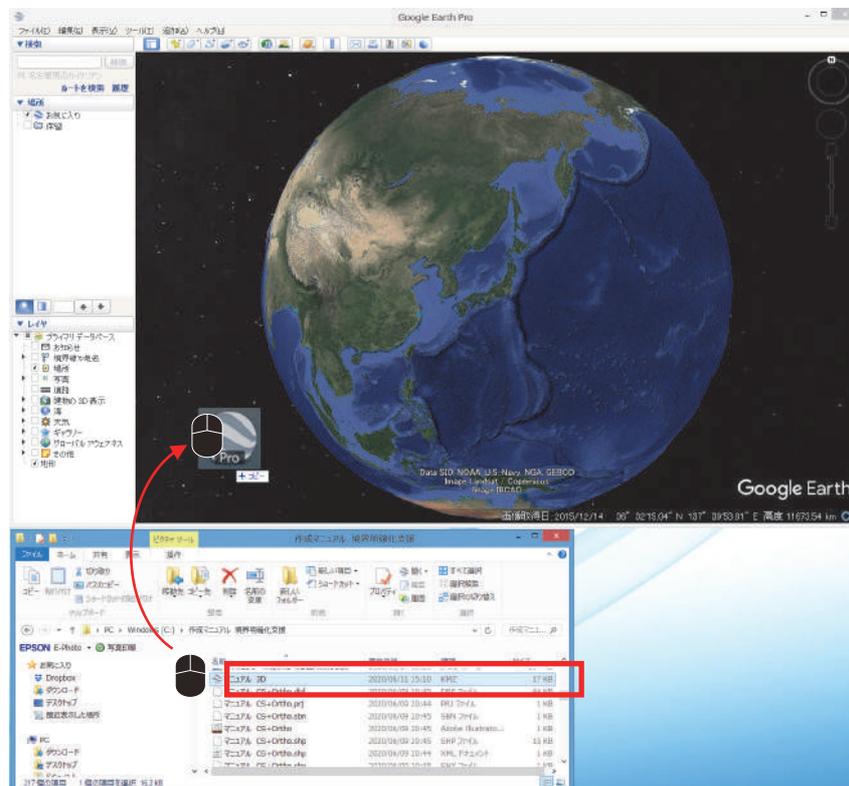
V-2-2 GoogleEarthPro に表示

図V-8は、レイヤ変換したレイヤの保存先のフォルダです。変換したレイヤを表示させるためには、ショートカットに変換したファイルをドラック&ドロップすると、GoogleEarthPro が起動して表示されます。

先に GoogleEarthPro を起動させて、画面上に変換したファイルをドラック&ドロップすると表示されます（図V-9）。



図V-8 変換したレイヤを GoogleEarthPro へ



図V-9 変換したレイヤを GoogleEarthPro へ

V-2-3 GoogleEarthPro の簡単操作

図 V-10 は、GoogleEarthPro で変換したレイヤ（境界推測図）を表示した画面です。

この画面の表示情報は、北が上で少し立体になっている状況です。表示を変えるには、画面の右上の（回転）や（移動）をマウスでクリックすると回転や移動します。拡大・縮小は「＋」をクリックします。

マウスを画面上でドラックして動かすと表示場所が移動できます。マウスのスクロールホイールで表示の拡大・縮小ができます。

これらの機能を利用して様々な方向から立体表示した境界推測図を見ることができます。

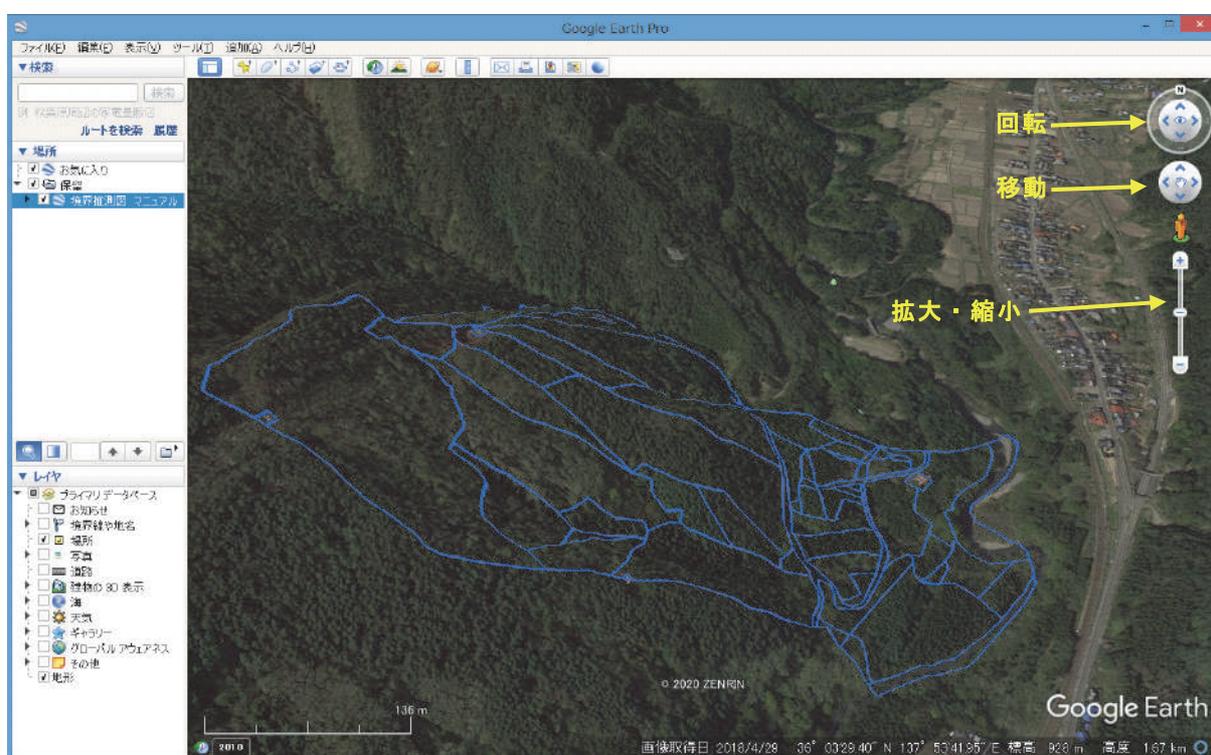


図 V-10 変換したレイヤを GoogleEarthPro へ

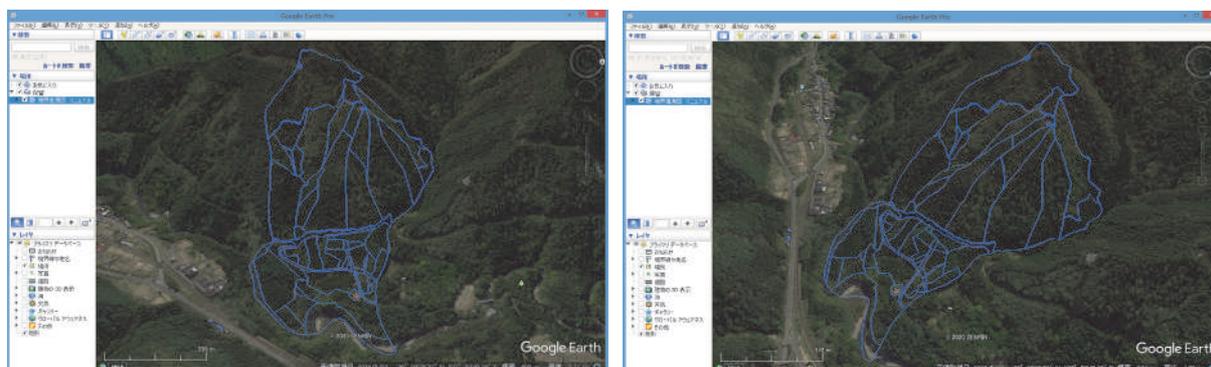
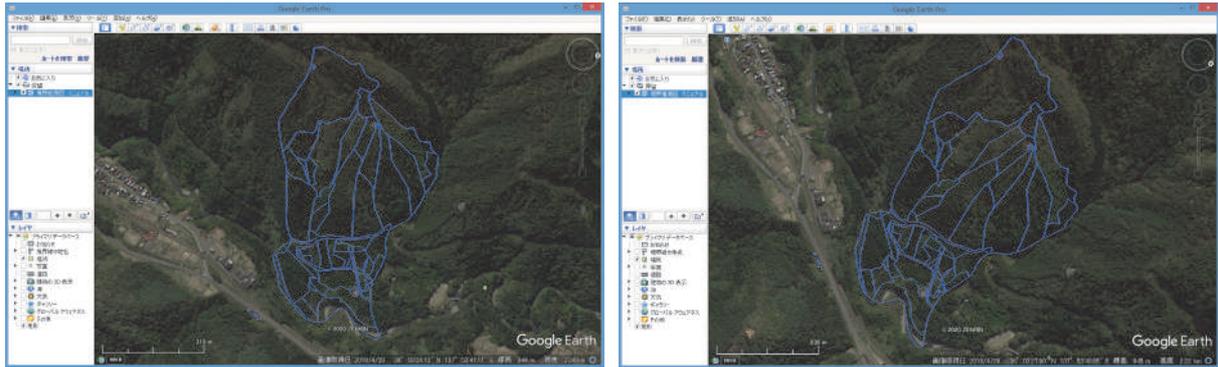
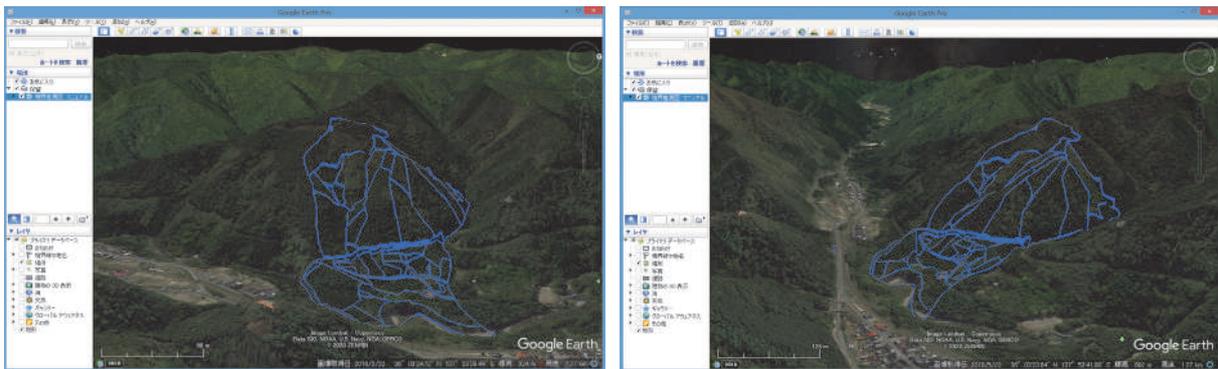


図 V-11 表示角度を変えた画面（左：北から 270 度方向、右：北から 225 度方向）



図V-12 平面画像（左：北から270度方向、右：北から225度方向）



図V-13 対象地で最も立体に表現した画像
（左：北から270度方向、右：北から225度方向）

V-3 境界推測図の立体表示

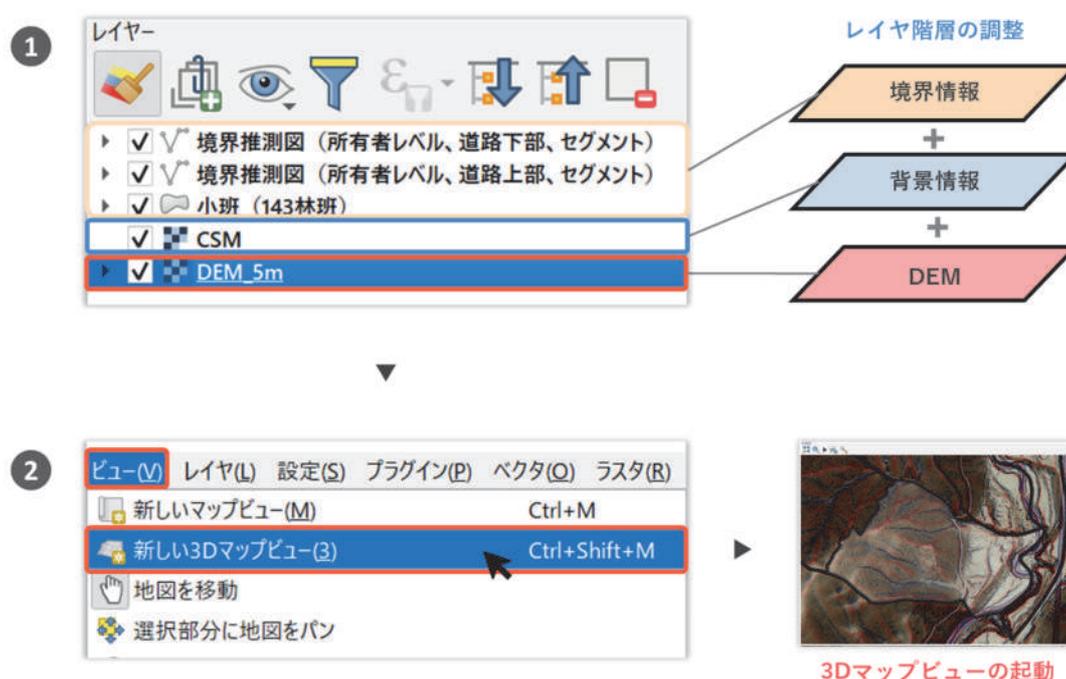
QGISではバージョン3より、「3Dマップビュー」という機能で地図を立体表示できるようになりました。V-3ではQGISでの地図の立体表示の方法について説明します。なお、地図の立体表示には対象地の標高ラスタデータ（DEM）が必要になります。本マニュアルでは解像度5mのDEMを使用しました。

V-3-1 3Dマップビューによる境界推測図の立体表示の方法

(1) 3Dマップビューの起動方法

3Dマップビューの起動手順は、次のとおりです（図V-14）。

- ①QGISにDEMと立体表示させたいレイヤを読み込む。レイヤ階層は、下層からDEM、背景情報、境界情報の順とする（後からも調整可能）
- ②ツールバーの「ビュー」をクリックし、「新しい3Dマップビュー」をクリック

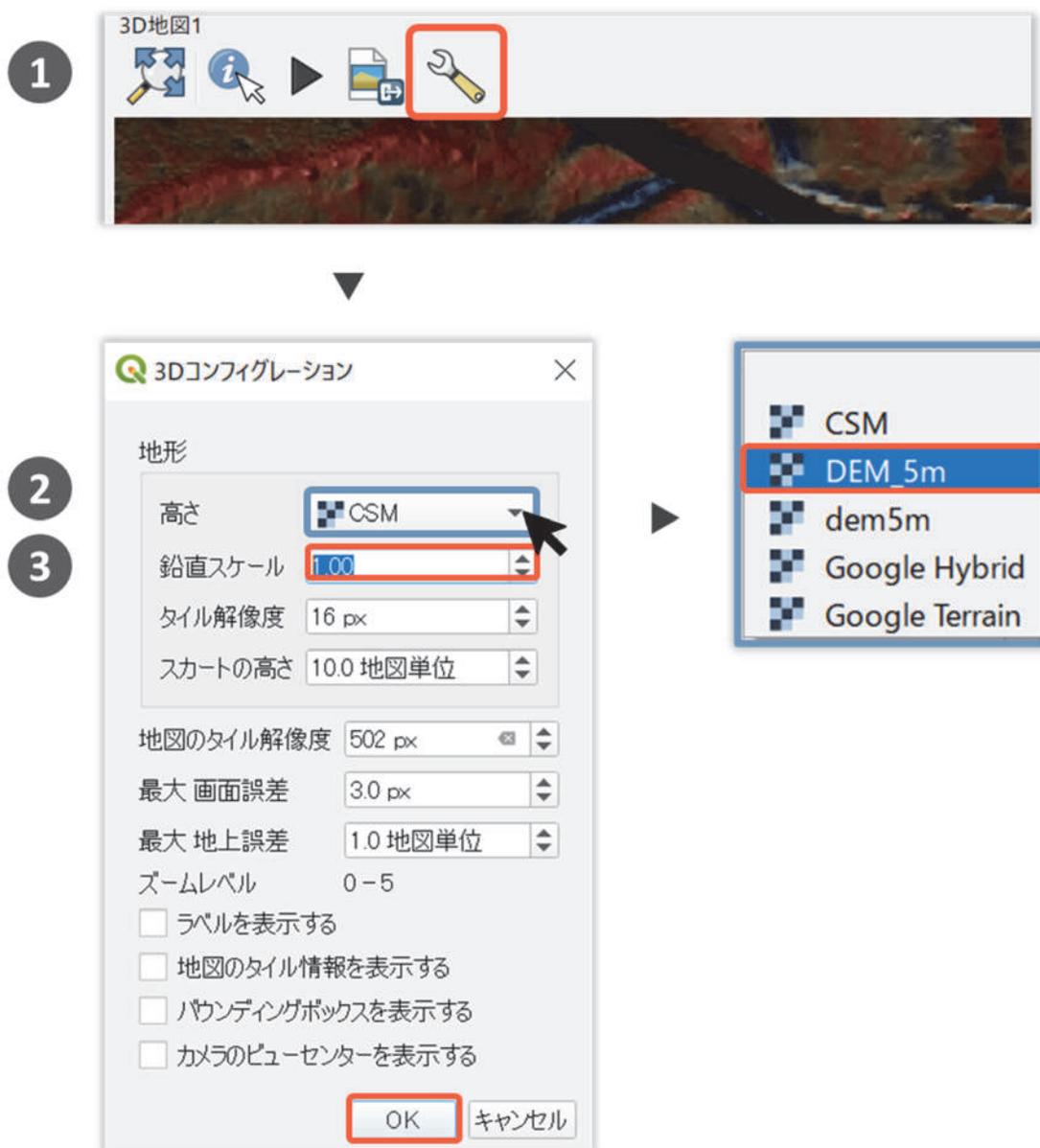


図V-14 3Dマップビューの起動方法

(2) 3D マップビューの設定方法

以上の操作で3Dマップビューが起動します。操作ウィンドウが任意の位置に表示されるので、ウィンドウの位置と大きさを見やすいように調整します。その後、3Dマップビューの設定を行います。手順は、下記のとおりです（図V-15）。

- ①ウィンドウ上部の設定ボタンをクリック
- ②設定ウィンドウ中の「高さ」に事前に読み込まれたDEMを指定し、OKボタンをクリック
- ③設定が完了したら、OKボタンをクリック



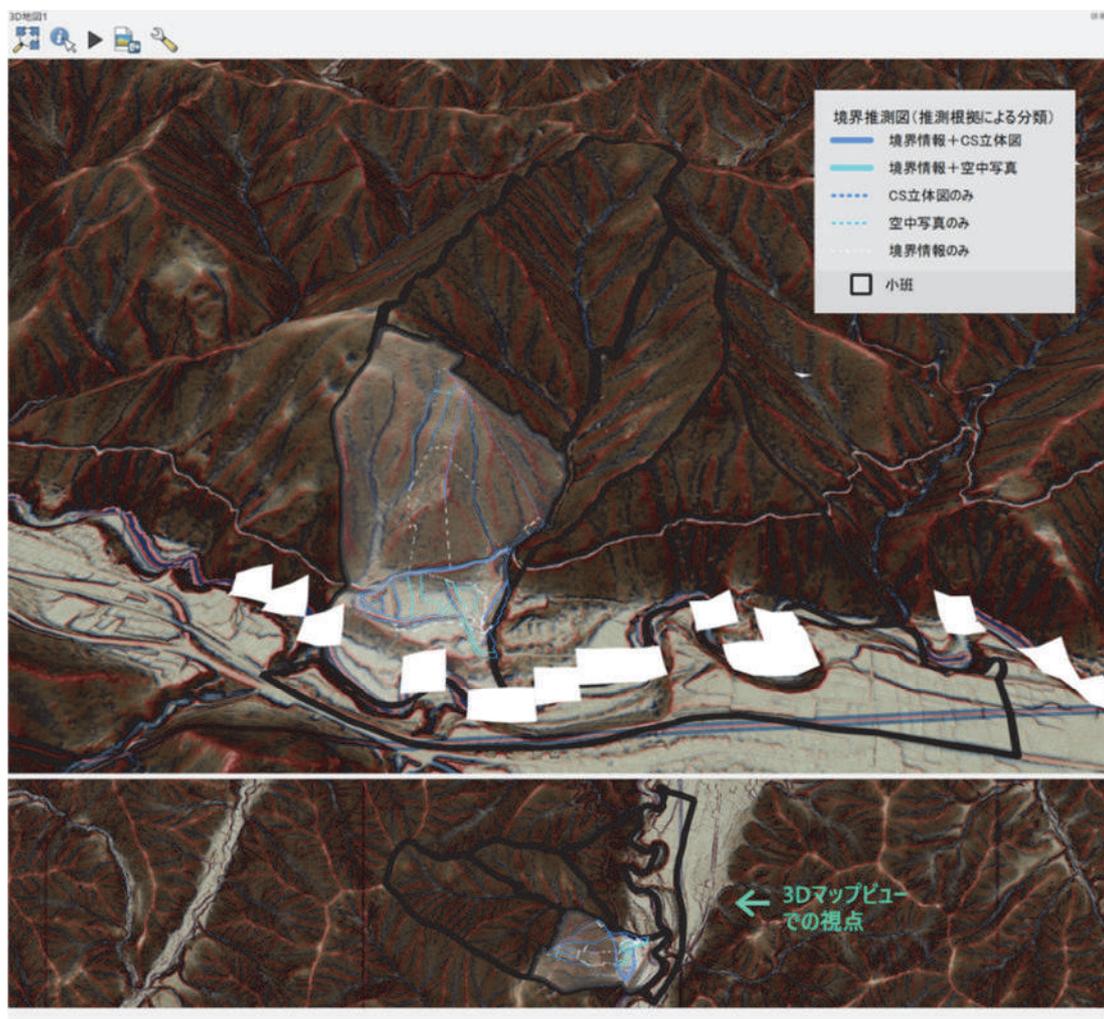
図V-15 3D マップビューの設定方法

(3) 3D マップビューの操作方法

設定完了後、3D マップビュー中の地図が立体表示されます(図V-16)。立体表示された地図の操作方法は、次のとおりです。

- 地図の移動：左クリックしてドラッグ
- 地図の拡大・縮小：マウスホイールの回転(または右クリックしてドラッグ)
- 地図の回転：マウスホイールをクリックしたまま、マウスを上下左右に移動

なお、標高の取得が行えていない場所では地図がうまく表示されないことがあります(図中の白い部分)。



図V-16 3D マップビューによる地図の立体表示の様子

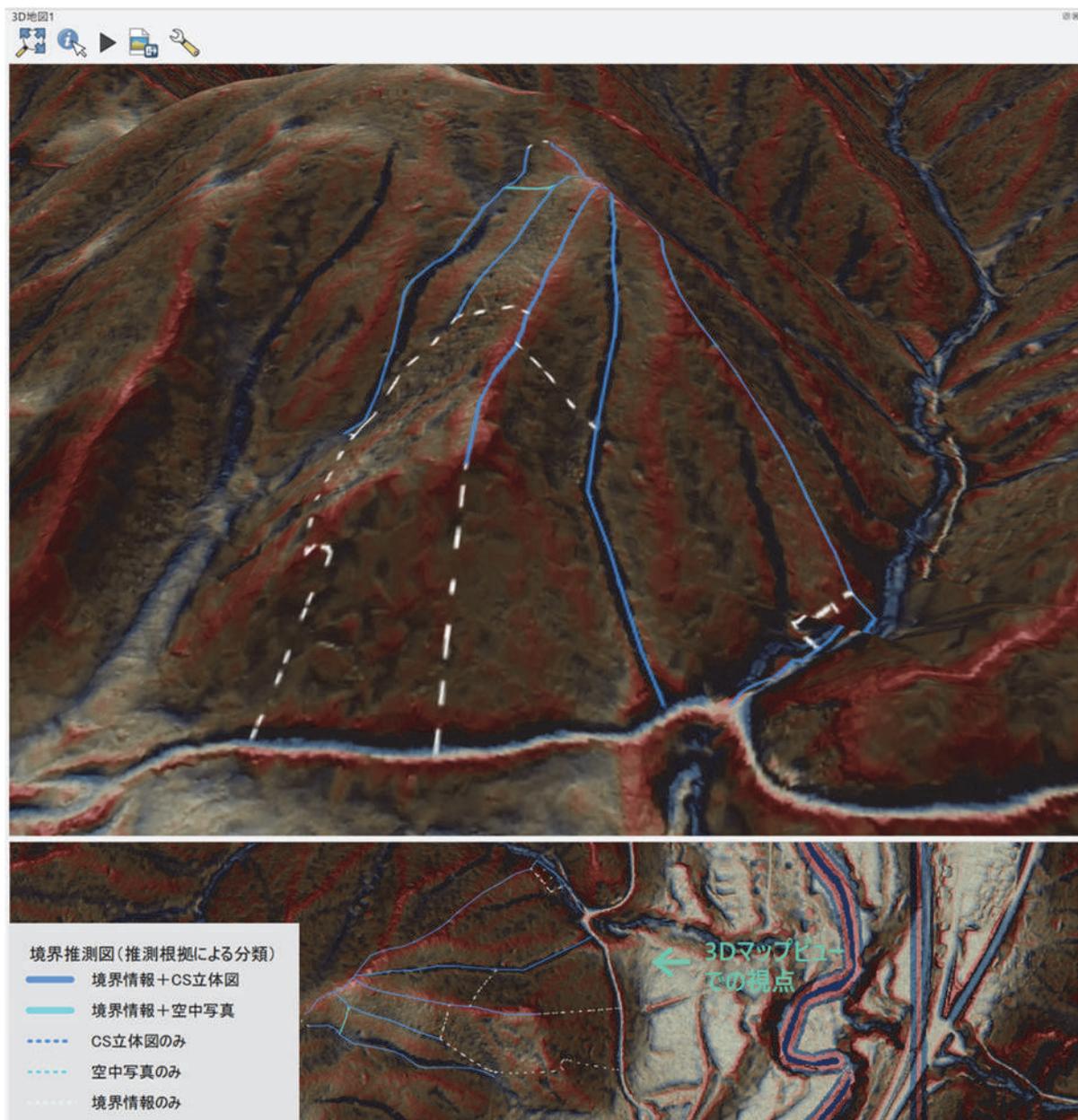
V-3-2 境界推測図を立体表示するメリット

(1) 背景にCS立体図を用いた場合の境界推測図の立体表示

1) 山地における境界推測図の立体表示

図V-17は、山地における境界推測図の立体表示の様子です。CS立体図の標高の情報が加わることで、より直感的に地形の状況を読み取れます。

境界推測図を立体表示することで、地形図を読みなれない所有者にも、推測根拠を説明しやすい資料となることが期待できます。

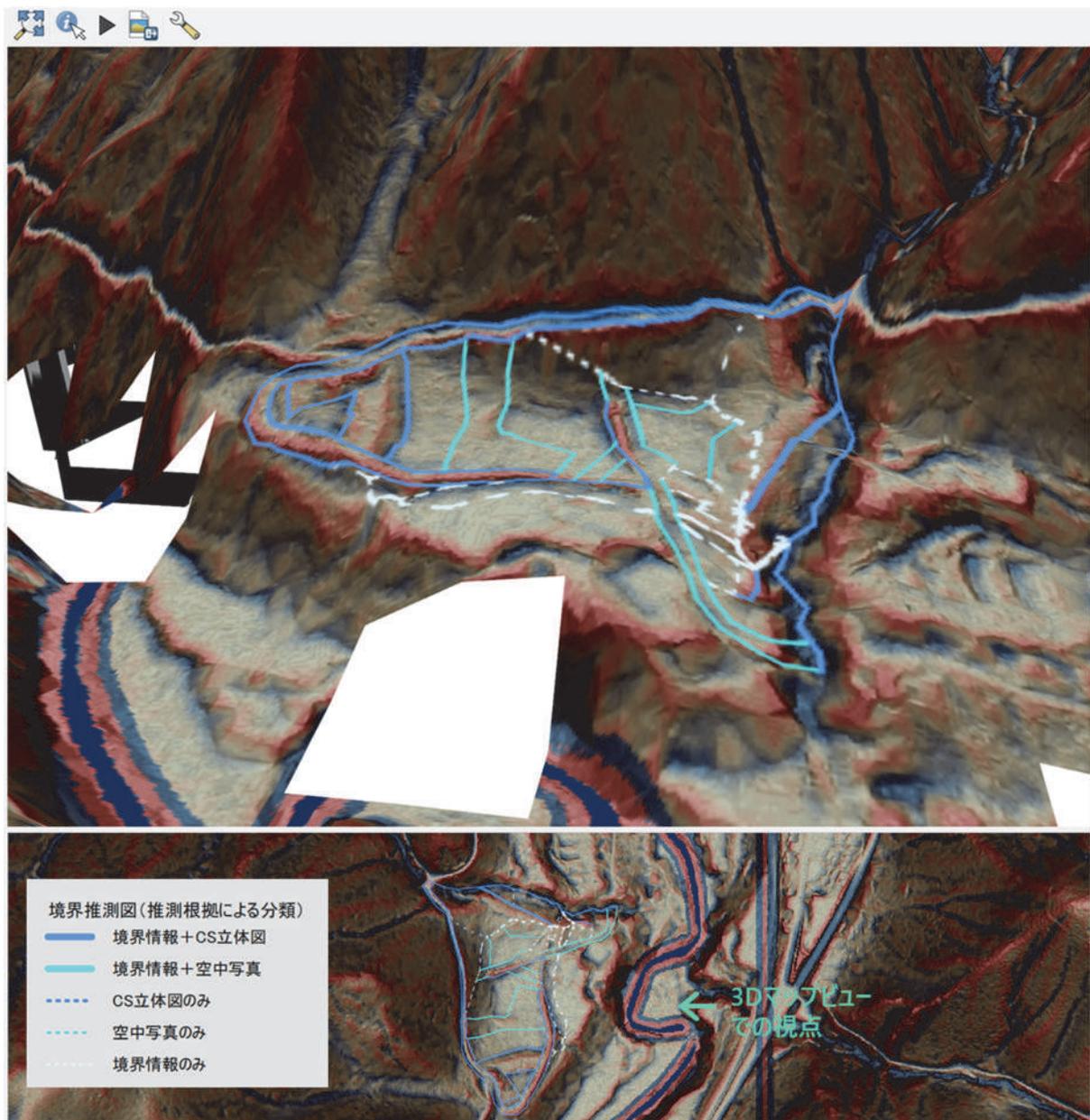


図V-17 境界推測図の立体表示(山地)

2) 平坦地における境界推測図の立体表示

図V-18は、平坦地における境界推測図の立体表示した様子です。対象地が山地斜面と河川の間にある平坦地であることが、より直感的にわかるようになります。

境界推測根拠とした地形が明瞭に立体表示しないのは、DEMの解像度によるものと考えられます（図V-18では5mメッシュのDEMを使用）。



図V-18 境界推測図の立体表示（平坦地）

(2) 背景に空中写真を用いた場合の境界推測図の立体表示

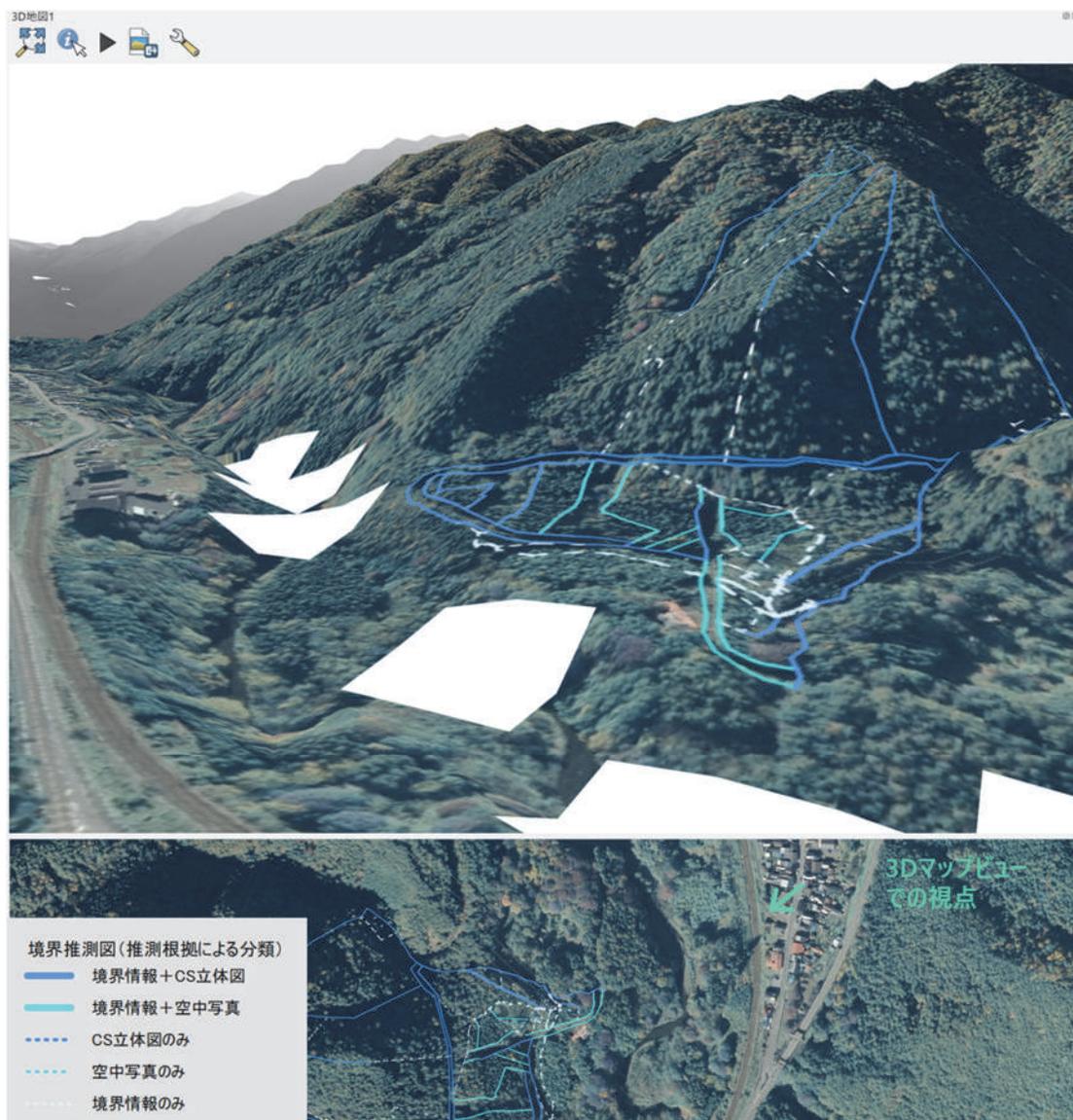
図V-19は、背景に空中写真を使用した場合の境界推測図の立体表示の様子です。空中写真の場合は、立体表示することでより現地の状況が分かりやすい情報となります。

3Dマップビューの利点として、

- 地形情報が分かりやすくなること
- 境界推測図を3次元の様々な視点から参照できること

が挙げられます。

地元の方が普段見慣れている角度(光景)から、境界推測図を説明することができれば、推測結果を所有者の方により分かりやすく伝えられるようになります。その結果、所有者の方から境界に関する情報を得られやすくなることも考えられます。



図V-19 境界推測図の立体表示(空中写真)

【コラム】 QGIS の動作環境

立体画像の作成は、DEM を利用するので一般的な事務処置で使われているパーソナルコンピュータ（以下、PC）では、動作が緩慢となり、効率が低下します。PC の動作環境は、QGIS 関連のサイトなどを参考にまとめました。

表コラム-1 動作環境の参考情報

項目	内容	備考
CPU	2.2GHz 以上	<ul style="list-style-type: none"> 周波数は QGIS 関連サイト及び ESRI 参照。 周波数が高いほど処理能力と値段も上がる。 （例として Intel Core i5、Core i7 程度、世代により処理能力が異なるので検討する）
OS	64bit	<ul style="list-style-type: none"> Windows10 が主流
GPU	(RAM 2GB)	<ul style="list-style-type: none"> QGIS 関連サイト参照で問題なしの情報。 GPU の恩恵を感じないレビューもある。
RAM	8~16GB	<ul style="list-style-type: none"> 4GB では少ないレビューがある。
ストレージ	256GB 程度	<ul style="list-style-type: none"> 扱うデータ量で選択（DEM、空中写真） 足りなければ外付けハードディスクで対応。 SSD 一択。

表コラム-2 ArcGIS の ArcMap のハードウェア要件

項目	内容
CPU の速度	2.2 GHz 以上、ハイパースレッディング（HHT）またはマルチコア推奨
プラットフォーム	x86 または x64（SSE2 対応）
メモリ / RAM	2 GB 以上
画面のプロパティ	24 ビット カラー
画面の解像度	通常サイズ（96 dpi）で 1024 x 768 ピクセル以上（推奨）
ディスク容量	1.6 GB（必須） ※ArcGIS Engine は使用時にキャッシュ ファイルを作成するため、追加のディスク容量が必要な場合があります。
ビデオ / グラフィック アダプター	ビデオ メモリ: 最低 64 MB、256 MB RAM 以上を推奨。NVIDIA、ATI、Intel チップセットをサポート 24 ビット対応のグラフィック アクセラレーター OpenGL 2.0 以上のランタイムが必要、Shader Model 3.0 以上を推奨 必ず最新のドライバーをご使用ください

※ESRI JAPAN web ArcGIS Engine 10.8 動作環境

V-4 境界推測図を現地で利用するための機器

V-4-1 機器の選択

作成した境界推測図は、現地で境界確認のときに使いますが、現在地が分かることが大切になりますので、位置情報を表示できるアプリケーション（以下、アプリ）がインストールできるタブレット端末を選びます。

位置情報が取得できる地図（マップ）アプリは、作成した図面を表示でき、位置情報の取得、表示、データの出力、オフライン（電話が通じない山地）での利用ができるものを選びます。

タブレット端末は、見やすさ（表示画面の大きさ）、携帯性（本体の大きさ）、メモリ容量、GPS 機能の有無など利用方法に応じて機種を検討します。

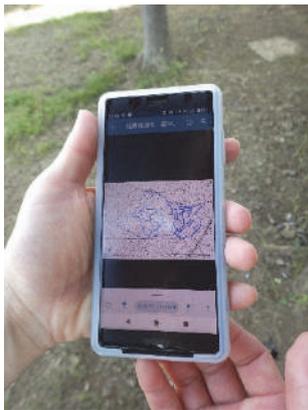
項目	タブレット	タブレット	スマートフォン
写真			
画面	約 10 インチ	8 型ワイド	約 5 インチ
本体	縦 26.5 cm 横 17.0 cm	縦 19.5 cm 横 12.0 cm	縦 13.5 cm 横 6.5 cm

図 V-20 タブレット端末のサイズ

V-4-2 図面の読み込み

地図リストからは、既にタブレット端末にインポートしてある地図にアクセスして、それぞれの地図を表示させます。地図アプリの一例として、Avenza Map を用いたタブレット端末への境界推測図の表示手順は次の通りです。

- ① 地図アプリのアイコンをタップして起動
- ② 画面の右下にある  のアイコンをタップ
- ③ タップするとメニューが表示され、地図をインポートするには「地図をダウンロード、またはインポート」をタップ
- ④ 以下のいずれかのソースから地図をインポート
 - ・ストアから
 - ・デバイスの保存スペース
 - ・Dropbox
 - ・ストレージロケーションから
 - ・ウェブ

保管先はタブレット端末の内部なので「ストレージロケーションから」をタップ



図 V-21 ①～③の手順

- ⑤保管先のフォルダをタップ（ここでは図面データを■Avenza に保管してある）
 ⑥使いたいファイルをタップすると「地図」の画面に選択したファイルが表示される
 ⑦地図アプリに表示するファイルをタップすると図面が表示される



図 V-22 ④～⑦の手順

V-4-3 外部測位機器の情報を取り入れる（測位情報の置き換え）

後述するV-6で紹介するGNSS2の地図アプリ画面から他の地図アプリに反映できますので紹介します。手順は次の通りですが、一つの例です。

- ①画面上にある設定のアイコン ⚙ をタップ
- ②「起動と外部アプリ」をタップ
- ③「Bluetooth 接続後に起動するアプリ」をタップ
- ④位置情報を置き換えたい地図アプリをタップ

設定は以上で終了です。次回からは外部測位機器からの測位が取得できます。外部測位機器とBluetoothが接続されると設定した地図アプリが起動します。

ただし、現地でBluetooth接続が切断されることがあり、位置情報が置き換わらない場合がありますが、その時は測位を終了して再度始めると置き換わります。

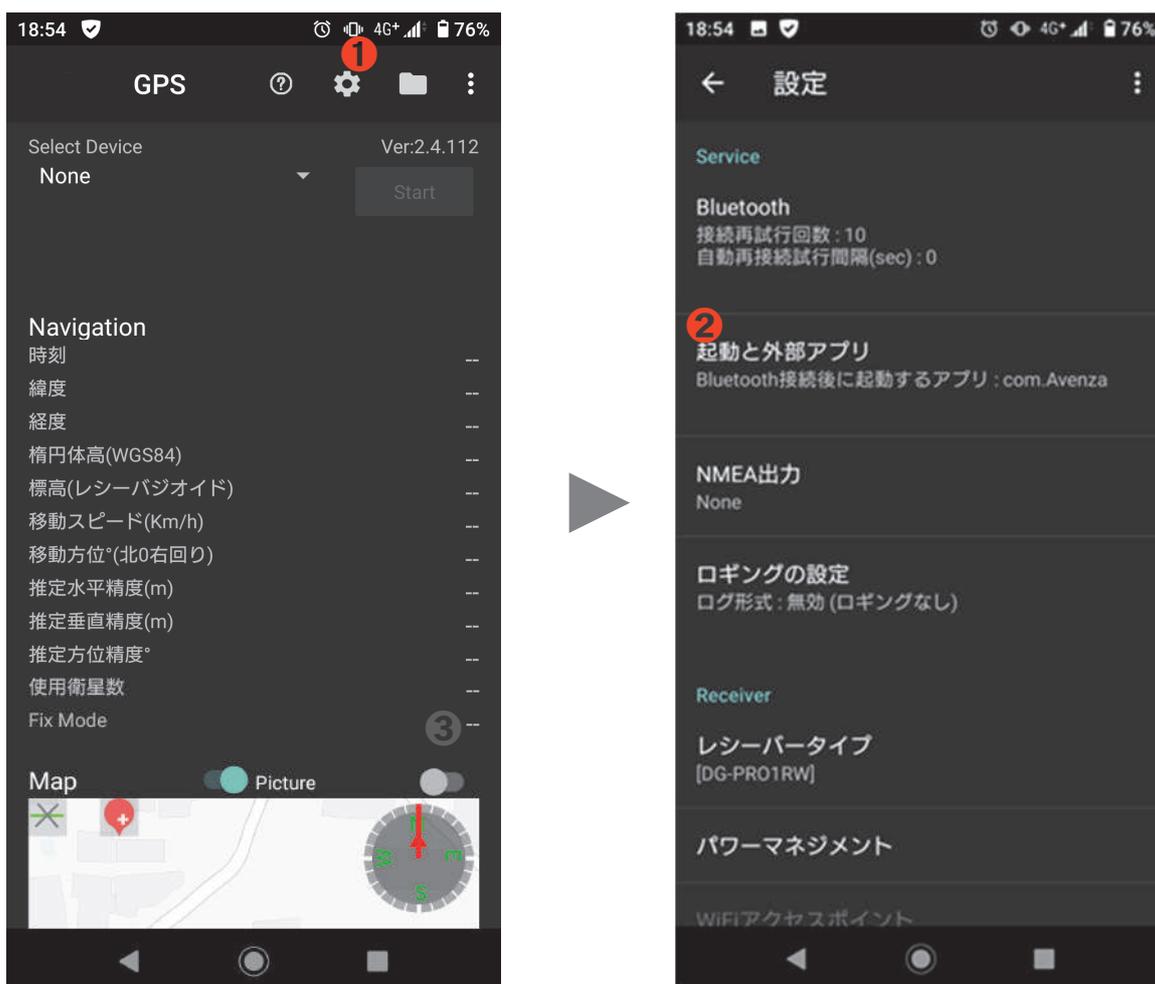


図 V-23 ①と②の手順

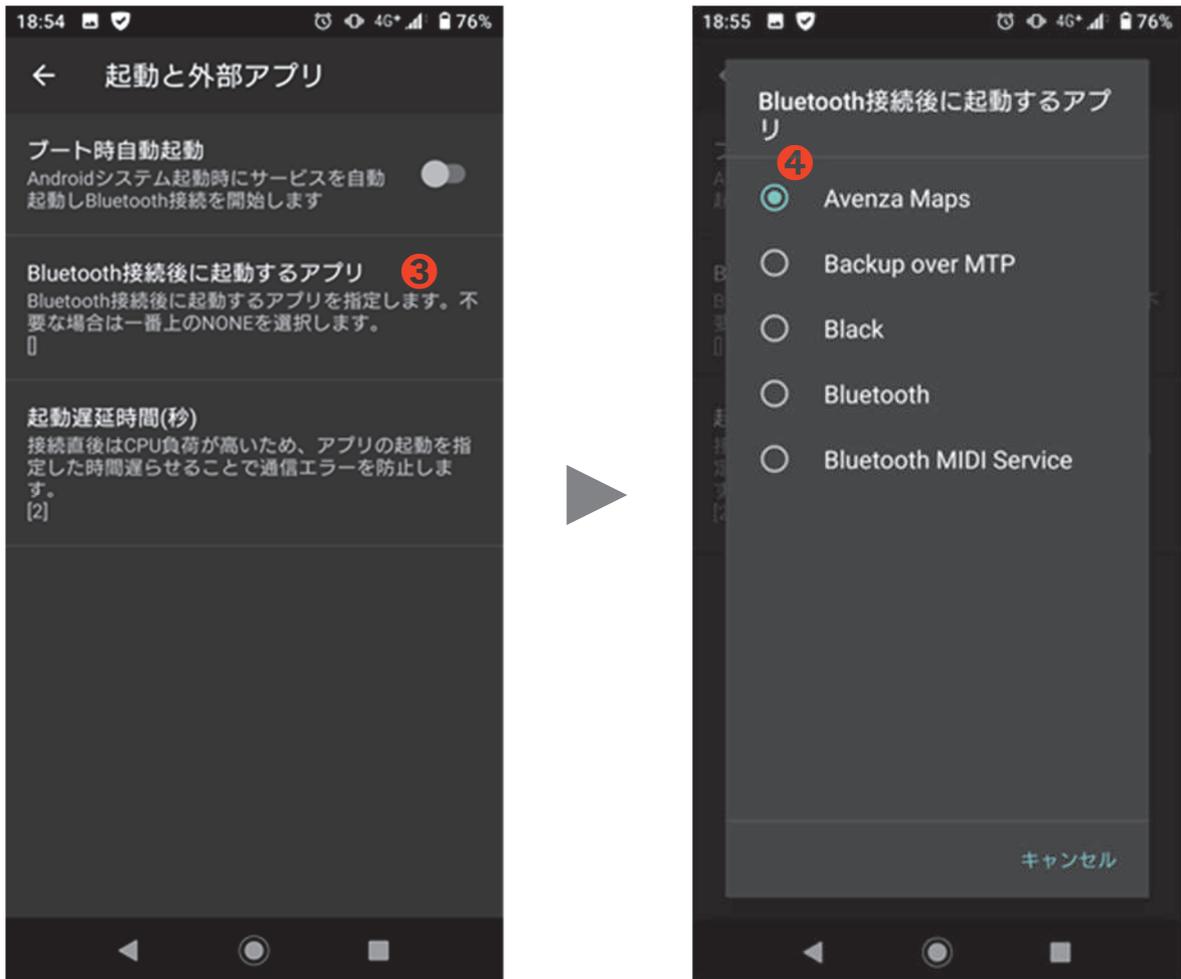


図 V-24 ③と④の手順

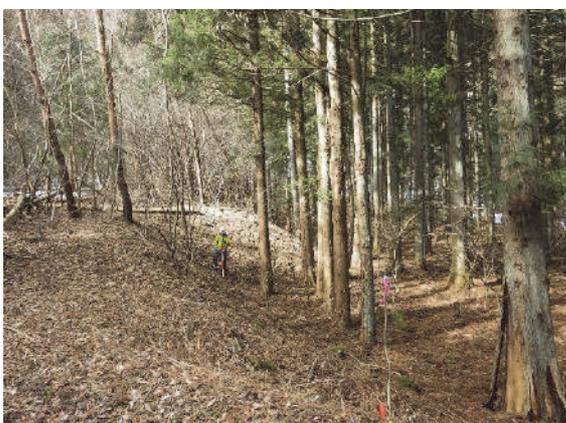
V-5 現地確認

現地確認の目的は、実際の境界と推測した境界が現地で一致しているかどうか、また森林所有者に境界を確認していただくことです。

現地確認では、境界推測図を表示したタブレット端末などで現在位置を確認しながら境界を確認します。確認する内容は、以下のとおりです。

①境界と判断した根拠を現地で確認

例として、地形変化、樹種の相違箇所、林分密度の相違箇所、道路など



写真V-1 地形変化



写真V-2 樹種の相違



写真V-3 林分密度の相違



写真V-4 道路

②タブレット端末が表示する位置と現地の確認

相違（ずれ）は、「衛星からの受信環境」と「GISで処理した座標の違い」により発生することが想定されます。

（受信環境によるもの）

現地確認は、樹木で上空を覆われた林内で行うこととなります。衛星データの受信環境は良好ではありません。確認する時間があれば静止時間を設けることで、測位精度が高まって、周辺の地形、林相状況などから判断する現在位置をタブレット端末が表示すると考えられます。それでも現在位置とタブレット端末が示す位置が異なる場合は、周辺の地形、林相状況などから現在位置を推測し、境界推測した内容を確認して境界を探しましょう。

（GISでの処理によるもの）

タブレット端末が示す位置と現地に大きなずれが生じる場合には全体的に同じような傾向でずれが生じる可能性があります。例えば全体的に東にずれている、南東にずれているなどです。このような場合はずれの傾向を認識しながら現地確認を行わないと、境界を見失う可能性があります。

③周辺に境界を示すものがあるか

現地で境界を示す例は、境界標、境界杭、目印（標識テープ、スプレー跡など）、構造物、周辺と異なった樹木（大木、樹種）、切開きなどです。これらを確認した場合には、その位置を測位して状況をメモします。測位した座標はGIS等で境界情報として管理しましょう。

境界のメッセージは、草木に覆われて見えない場合もあります。**境界を確認する時期**を考慮することも大切です。



写真V-5 境界標



写真V-6 木製境界標



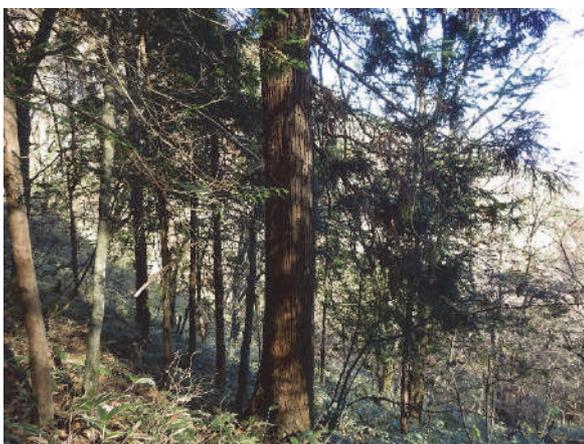
写真V-7 既設境界杭



写真V-8 目印（この下に境界杭）



写真V-9 構造物



写真V-10 広葉樹の中にあるスギの大木
（境界推測図でこの付近に境界）



写真V-11 切開き

【コラム】境界推測図とCS立体図を用いた現地立会箇所へのナビゲーション

境界推測図の背景にCS立体図を用いることで、現地立会箇所へのナビゲーションの役に立つ場合があります。下図に、CS立体図に推測した所有者境界を重ね合わせた図と現地の様子の関係を示します。



V-6 現地境界点の位置取得

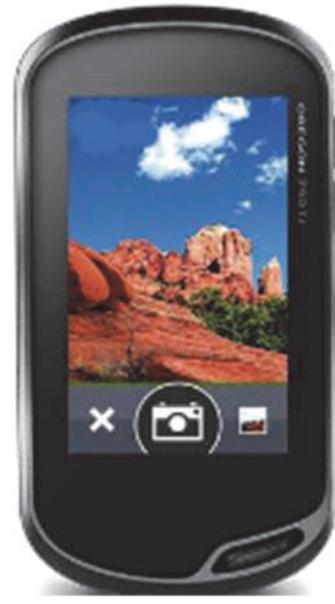
V-6-1 測位機器

V-5 で述べたように現地確認のときに境界を示すものがあつた場合には、その位置情報を取得して、境界情報として管理することが大切です。

位置情報を取得する機器は、メーカー、機能により価格も様々です。利用方法と目的により選択する機器が決まると考えられます。再現性を求めるようであれば、多少でも精度の高い機械と方法で測位することが求められます。また精度を確保するために、複数の同じ機種で位置を計測している事例もあります。

ここで機器を3つ紹介します。普及しているハンディGPS、1級測量機器のGNSS(衛星測位システムの総称)、ネットワーク型RTK機能のあるGNSSです(表V-1)。

表V-1 GPS及びGNSSの概要

記号	内容と機能	
GPS	ハンディGPS、GPS以外のほかの衛星情報も取得する機種	
GNSS1	ネットワーク型RTK-GPS測位(VRS)、1級GNSS測量機器、高価	
GNSS2	ネットワーク型RTK-GPS測位(VRS)、安価	
GPS	GNSS1	GNSS2
 <p>機種本体</p>	 <p>受信機</p>  <p>データコネクタ</p>	 <p>レシーバーとアンテナ</p>  <p>アプリ画面</p>

V-6-2 機種の違いによる比較

集約化された団地で境界確認が行われた場所で、表V-1の機種で測位を行いました。比較点は14箇所、GNSSの測位方法はネットワーク型RTK（VRS）で行った比較は表V-2で、平均二乗誤差で表現しました。

GPSとGNSS1の平均誤差は3.39m、GPSとGNSS2の平均誤差は3.59m、GNSS1とGNSS2の平均誤差は0.89mでした。

GPSとGNSSでは3m強の差となりましたが、2つのGNSSでは1m弱の差となりました。

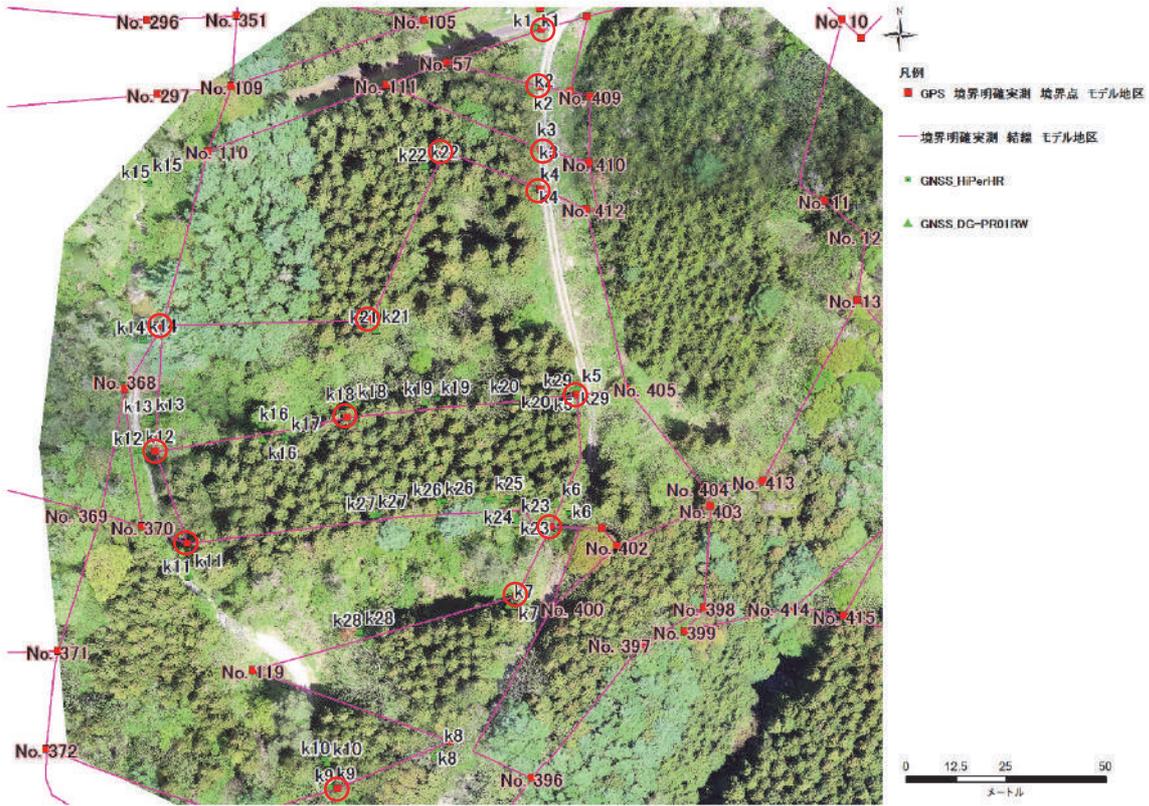
表V-2 測位比較

記号	境界確認測点名	比較測点名	GNSS1位相差	GNSS2位相差	差		
					GPSとGNSS1	GPSとGNSS2	GNSS1とGNSS2
1	No 56	k1	Fixed	Fixed	1.46	1.59	0.14
2	No 58	k2	Float	Fixed	2.96	3.29	0.38
3	No 59	k3	Fixed	Fixed	1.78	2.68	0.91
4	No 113	k4	Fixed	Fixed	1.36	1.46	0.13
5	No 123	k6	Float	Fixed	5.58	6.29	3.95
6	No 122	k7	Float	Fixed	2.95	3.00	1.62
7	No 120	k9	Float	Float	0.56	1.55	1.05
8	No 118	k11	Float	Fixed	8.77	7.90	0.98
9	No 117	k12	Fixed	Fixed	3.54	3.80	0.26
10	No 298	k14	Fixed	Fixed	5.78	5.95	0.17
11	No 116	k18	Float	Fixed	3.14	3.70	1.20
12	No 114	k21	Float	Fixed	2.37	2.71	0.34
13	No 112	k22	Float	Float	6.01	6.02	0.22
14	No 115	k29	Float	Fixed	1.23	0.35	1.09
単純平均					3.39	3.59	0.89

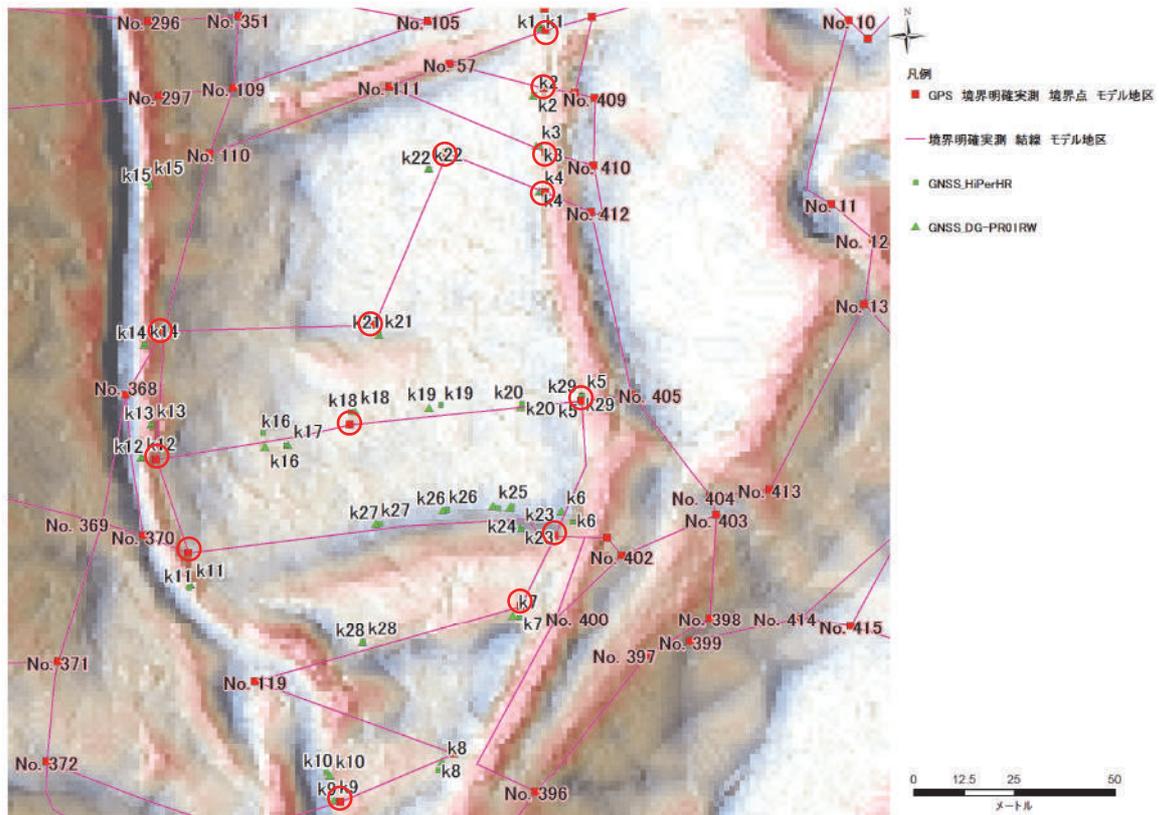
◆位相差のFixedとFloatについて

今回の測位方法は、位置情報サービス事業者が国土地理院の基準点から求めた補正データ（位相差）を通信回線から受信し測位を行う方式です。

【Fixed】補正したデータを受信できた状態 【Float】補正したデータを受信できなかった状態



図V-25 比較 14 箇所の位置図（背景：Phantom4RTK 撮影のオルソ画像）



図V-26 比較 14 箇所の位置図（背景：CS 立体図）

【コラム】GPS と GNSS

◆GNSS とは

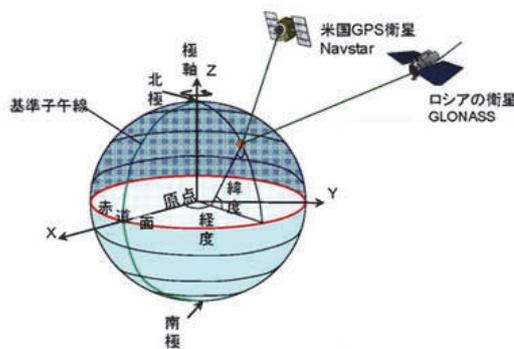
GNSS(Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム)は、米国のGPS、日本の準天頂衛星 (QZSS)、ロシアの GLONASS、欧州連合の Galileo 等の衛星測位システムの総称です。

◆GNSS 測位方法の種類

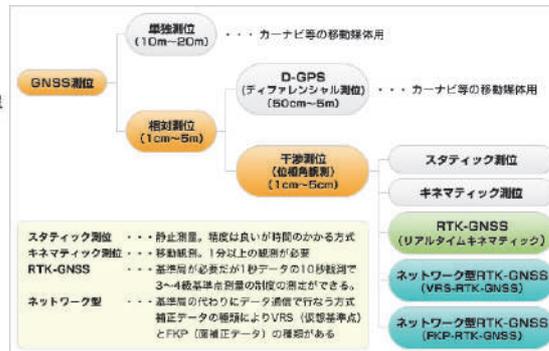
GNSS 測量には、精度や測位方式によって種類があります。情報化施工では、通常 RTK-GNSS (リアルタイムキネマティック) が使われます。

RTK-GNSS とは、測りたい移動局 (観測点) の他に位置のわかっている基準局を必要とする測位方式で、位置情報をリアルタイムに算定し移動局の測位を行います。精度は水平 2~3cm、鉛直 3~4cm 程度となります。

ネットワーク型 RTK-GNSS (VRS・FKP)は、位置情報サービス事業者が国土地理院の基準点から求めた補正データ (位相差) を通信回線から受信し測位を行う方式で、精度は若干落ちますが基準局の設置が不要となり、今後の活用が期待されております。



GNSS の測定手法

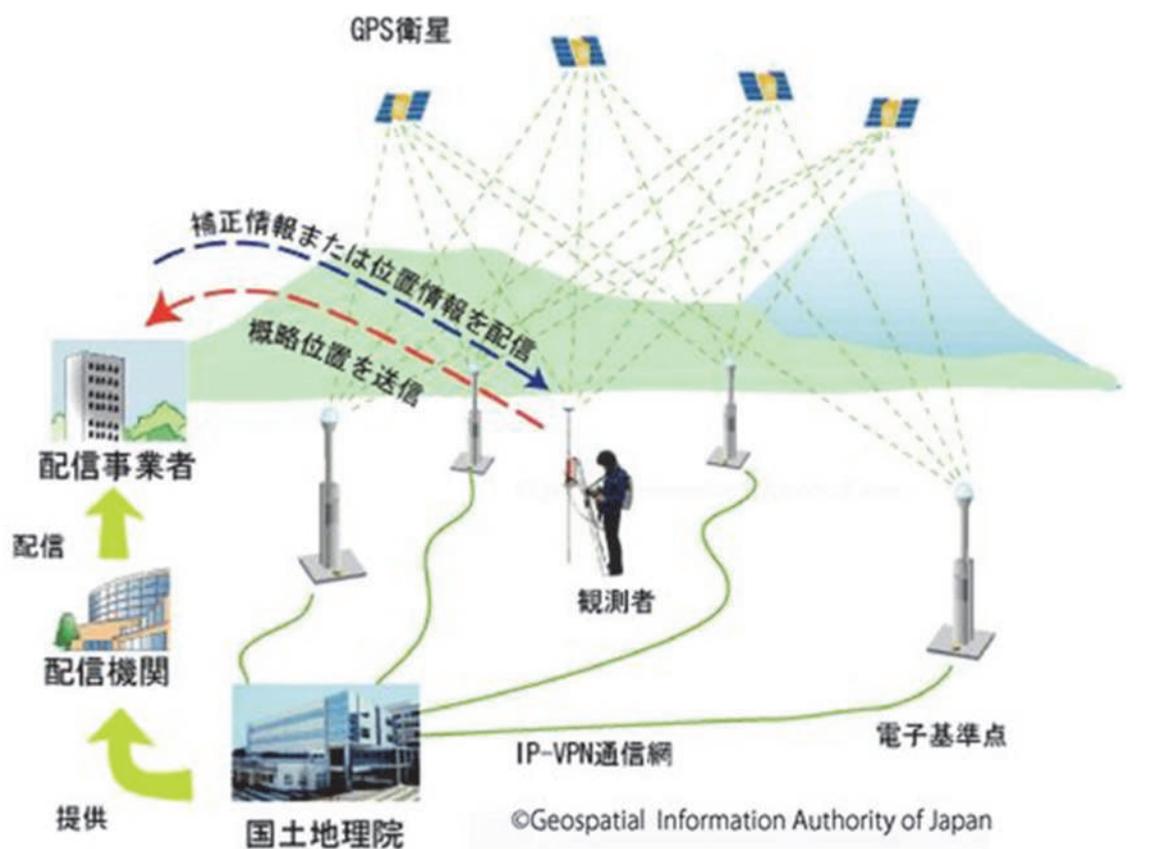


GNSS の測定方法の種類

※国土地理院のホームページより

【コラム】RTK（リアルタイムキネマティック）

ネットワーク型 RTK-GPS 測量は、観測に含まれる誤差を電子基準点のリアルタイム観測データ等を利用して補正することで、RTK-GPS では苦手とされる長距離基線の測量を可能にするとともに、短距離基線の RTK-GPS と同程度の測位精度が期待されます。ネットワーク型 RTK-GPS 測量はいくつかの方式が提案されており、日本を含む数カ国で既に実用化されているものもあります。



※国土地理院のホームページより