

さまざまな用途の地図づくりに必須

地球のモノの位置を測る「測量」の技術

地図づくりには「測量」が欠かせないといいます。どんな作業でしょうか。日本測量協会みなさんに地図づくりと測量の関係や、実際の測量の方法などについて聞きました。

text by Jiro Urushihara

地 図を見れば、どこにながらあるのか、高さはどうなっているかなどが一目瞭然。でも、そのためには地上のあらゆるものの位置関係を測っておく必要があります。その作業が「測量」。地上のモノとモノの距離・角度・高低差を測り、形や面積などを求めてデータにします。そのデータが、さまざまな地図づくりのほか、建物の設計や境界線の決定などにも活かされます。

測量には地上で行う方法も空から行う方法もあっていろいろ。でも多くで共通しているのは「レーザー光」を使うこと。波長がそろっていて散らばりにくく、速度も一定の光です。「変調したレーザー光を飛ばして、その光が反射して戻ってくるまでの位相差を測れば、そこまでの距離が求まります」と、日本測量協会の瀬戸島政博さんは原理を説明します。距離がわかれば、測った場所の地形や建物の形も表現できます。

実際の測量の方法と、測量でつくられるさまざまな地図を見てみましょう。

お話を聞いたのは……

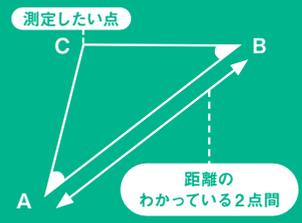
日本測量協会 専務理事
瀬戸島政博さん
女性の技術力向上委員会
委員長
杉森純子さん



瀬戸島さんは、測量技術者の会員約1万人からなる日本測量協会の専務理事。工学博士。同協会は測量士や測量士補の資格取得のための受験対策講座も実施。杉森さんは同協会の「ソクジョの会」(右コラム参照)委員長であるとともに、測量サービスなどを提供する朝日航洋の空間情報事業本部に勤務。ともに測量士。

地図づくり、基本の形は三角形

点Aと点Bの距離を測ります。別の点Cについて、線ABとなす2つの角度を測ります。これで三角形ABCの形が定まります。さらに別の点についても同様に測れば、もうひとつ三角形の形が定まります。このように三角形を増やして網状にし、各点の場所を固定しておきます。その固定された点が、地図づくりの「基準点」(p32参照)となります。三角形の網をつくり、数学の三角関数などを利用して形や点の位置を定める測量法は「三角測量」といいます。レーザーの技術がなかった時代は、手で測る巻き尺や、目で測る測距儀などを使って三角形の形を定めていました。



点Aと点Bの距離がわかり、さらに∠ABCと∠BACの角度がわかれば三角形の形が定まる。

詳細な測量に欠かせないトータルステーション

土地の境界線や建物の位置などの詳細な地図をつくるには、その現場を詳しく測量することが大切です。そうした作業現場で使われている測量機器がトータルステーション。レーザー光をターゲットに反射させて戻ってきた光を測定し、距離、角度、高さを計算します。かつては2人1組の作業で、記録や計算も手作業でしたが、コンピューターによる自動化が進み、いまはターゲットを持ち歩く1人だけで測量することができます。

距離 角度 高さ

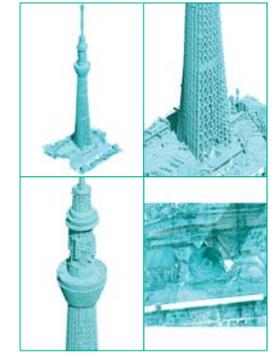


三脚に置かれているのがトータルステーション。人が持っているのがターゲット。測量に必要な、距離、角度、高さの基本の3要素をすべて得られる。

画像提供: ライカ ジオシステムズ

点の集まりが3Dデータに3Dレーザースキャナー

PCの画面などで立体的に見たり、角度を変えたりできる地図も出てきています(p36-37も参照)。それを実現する測量技術が、3Dレーザースキャニング。測量したい地形や建物にレーザー光を連続的に当て、反射してきたレーザー光をキャッチ。1点でなくいくつもの点についてのデータを得ます。その点群データから3Dの地図や、建物の3Dモデルなどをつくります。スキャナーを地上に置く方法のほか、右ページのように乗り物に載せる方法も。



東京スカイツリーを3Dスキャニング。無数の点のデータを集めて、3Dモデルをつくる。角度の変更や拡大・縮小も自在。

画像提供: 朝日航洋

進路のイロハ 女性の活躍も期待！測量士という国家資格

測量士は、法で定める基本測量や公共測量を行うのに必要な資格。大学などでの単位取得と実務経験で得る道と、試験で得る道があります。取得していると測量関連の仕事全般で有利。でも女性比率はごくわずか。そこで技術力を高め、女性が活躍したり結婚・出産後も職場復帰しやすい状況を目指し「女性の技術力向上委員会」(ソクジョの会)が2015年、日本測量協会に発足しました。子ども時代から地図好きで社会人で資格を取得した杉森純子さんは「技術の進歩で測量は力仕事ではなくなっています。いっしょに活躍しませんか」と呼びかけます。

車を走らせながらデータ入手 モービル・マッピング・システム

専用車で移動しながら測量に必要なさまざまなデータを得るのが、モービル・マッピング・システム(MMS)です。車の位置を人工衛星で測る全地球衛星測位システムと、姿勢を測る慣性計測装置を組み合わせたGNSS/IMUというシステムのほか、レーザースキャナーや全方位カメラなどを載せています。道路周辺の情報を一度に集めることができ、道路建設用の地図やカーナビゲーションシステムなどで表示される立体的な道路地図などに活かされます。



(上) MMSのレーザースキャナーによって得られるデータ。測量した点の集合がこのように見える。(下) 搭載した複数台のカメラが撮影した画像から得られる全方位映像。

画像提供: 朝日航洋

早くもドローンが活躍中 無人航空機

地図づくりや測量では、すでに「ドローン」の呼び名でも知られる無人航空機(UAV)が活かされています。UAVにカメラを載せて空中写真を撮影します。ラジコンのように無線で操縦するもののほか、あらかじめ飛行ルートをプログラミングし、GPSを利用して自律飛行させるものも。人が立ち入れない場所や、ヘリコプター(右トピック参照)などの航空機を飛ばすほどの広い範囲ではない場所を測量するのに向いています。



UAVに載せたムービーカメラで撮影した地上の画像。レーザースキャナーを載せるUAVが活躍する日も近い。

画像提供: 朝日航洋

広範な測量ははるか上空から ヘリコプターなど

空から広い範囲を測量するには、ヘリコプターやセーナ機などの航空機を使います。載せる測量機器は、空中レーザー計測システムや大型デジタルカメラなど。航空機による測量のほか、この記事で紹介したMMSやUAVなどほかの測量手段とも組み合わせ、3次元データなどを得るシステムなども登場しています。さらに、航空機が飛ぶよりも高い位置からの測量として、地球を周回する人工衛星を使ったものもあります(次ページも参照)。



航空3Dレーザースキャニングで得られる鳥瞰図。

画像提供: 朝日航洋

測量でさまざまな用途の地図が！

- 予測される災害の種類や危険度を示すハザードマップ
- 運転手目線の地図で道案内カーナビマップ
- 土地の使い分けを色分けして表す土地利用図
- 地面の凹凸をはっきりと表現起伏地図