

# 第10回 技術発表会

## 論文集

【WEB版】

2013.9.19

ホテル熊本テルサ

一般社団法人 熊本県測量設計コンサルタンツ協会

# 3次元レーザースキャナーとデジタル写真を活用した文化財の実測

株式会社有明測量開発社 情報システム部 大和宏明

平成22年度の技術発表会「3次元レーザースキャナーを活用した文化財の実測」で、3次元レーザースキャナーを活用した図面作成の実証実験を三角西港にて行い、作業工数が削減できることを報告した。

その後平成24年度に宇城市より三角西港の実測業務を受注し、実業務においてデジタル写真を使用してさらに作業工数を削減する等、改善を施した事例を報告する。

**キーワード； 3次元レーザースキャナー、デジタル写真、オルソ画像、3次元モデル**

## 1. はじめに

平成22年度の技術発表会において、3次元レーザースキャナーを用いた実証実験を行った結果、現場工数の削減を確認し、その有用性を報告した。

本方法の有効性が認められ、その翌年平成24年度に宇城市より「三角西港詳細平面立面図測量業務委託」業務を受注できた。

業務目的は、三角西港の保全活用計画策定及び世界遺産登録へ向けた取組に係る資料を作成することで、業務内容はS=1/50の石垣平面図、立面図を作成することである。なお、測量箇所と実施数量は図-1、表-1のとおりである。

埠頭岸壁は特に延長が長く、3次元レーザースキャナーとデジタル写真を活用し、全体作業量が削減されることを確認した。

## 2. 3次元レーザースキャナー測定上の課題

今回の業務は数量が大きく、従来の水系による実測やトータルステーションを使用した実測では、足場の仮設や実測期間の長期化により経費が膨大となることが予想された。

それで現場作業コストを抑制するため、3次元レーザースキャナー（図-4、表-2）を用いることとした。

しかし、レーザースキャナーのみの計測となると、機器の移動ステップを細かくする必要があるため、工期短縮を実現するためにはレーザースキャナーを複数台使用しなければならないが、機器が高額であるためコスト的には現実的ではない。そのため次章で述べる工夫を行った。

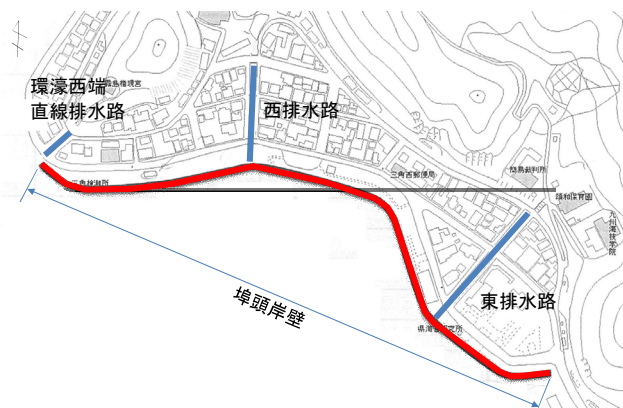


図-1 三角西港全体図

表-1 測量箇所の数量

No.	箇所名	延長
1	環濠西端直線排水路	5 0 m
2	西排水路	1 3 3 m
3	東排水路	1 5 4 m
4	埠頭岸壁	7 5 6 m



図-2 手実測  
水系メッシュ使用



図-3 手実測  
トータルステーション使用



図-4  
3次元レーザー  
スキャナー  
TOPCON GLS-1500

表-2 3次元レーザー  
スキャナーの  
主な仕様

測距方式	パルス方式
測定距離	330m
スキャン スピード	30,000点/秒
計測密度	最大1mm/20m
測定範囲	鉛直 ±35、 水平 360°
レーザー クラス	クラス1 (JIS C6802)

### 3. デジタル写真の活用による工数削減対策

レーザースキャナーでは色情報付きの点群が毎秒3万点取得できるが、石垣の輪郭をトレースできる密度まで高めるにはレーザースキャナーの設置箇所を密にしなければならない。

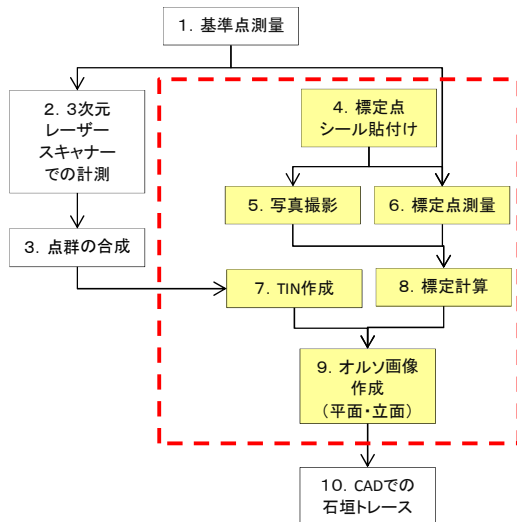
レーザースキャナーは1箇所当たり計測時間に30分を要するが、この設置箇所数を減ずることを目的に、スキャナーの代理店等と協議した。

その結果、点群とデジタル写真を組み合わせることによりスキャナー設置箇所を減らし、点群密度が薄くても十分な精度を保持できることが判明した。

今回は図-5の手順で作業を進めていくことに決定した。

今回の業務で新たに追加した作業を赤枠で示している。

これにより、スキャナー計測班、写真班、測量班が作業を並行して進めることが可能となり、工期の短縮を実現できた。



※赤枠内は今回の業務で追加した作業項目

図-5 作業フロー

#### (1) 4. 標定点シール貼付け

直径約10mmの標定シールを作成した。

写真撮影前に標定点シールを撮影対象物に貼り付けておく必要がある。

1枚の写真の撮影範囲3m×2m内に、標定点シール4点以上が均等に配置されるように貼り付けを行った。

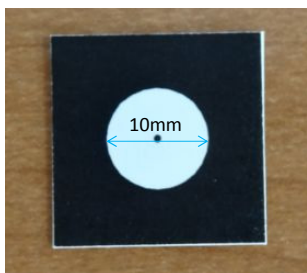


図-6 標定シール

#### (2) 5. 写真撮影

(1)の標定点シールが鮮明に写るようにカメラを堅固に保持し、ブレが発生しないように撮影した。

写真の中央付近に対し鉛直方向から撮影すると、より歪みが少なくなるので、平面部分は5mの脚立上から撮影を行った。

#### (3) 6. 標定点測量

(1)の標定点シールの座標を測量。今回は一般的なトータルステーションと、ピンボールにて測量を行った。

#### (4) 7. TIN作成

レーザースキャナーで取得した点群を元にTIN(不正三角形網)を作成する

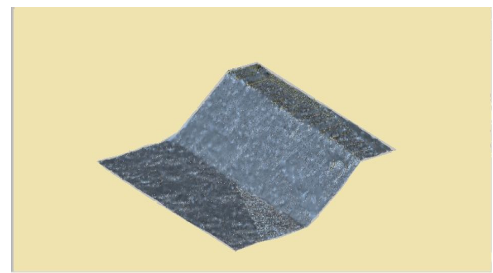


図-7 TIN作成

#### (5) 8. 標定計算

(2)で撮影した写真に写っている標定シールに対し、(3)で取得した座標を割り当てる。

撮影時間によっては、標定シールに光が強く反射し、座標の割り当てが困難な写真もあった。写真の現地での確認方法は今後の課題である。

#### (6) 9. オルソ画像作成(平面・立面)

TINと標定計算済みのデジタル写真を重ねて、平面図、立面図のオルソ画像を作成。



図-8 オルソ画像作成

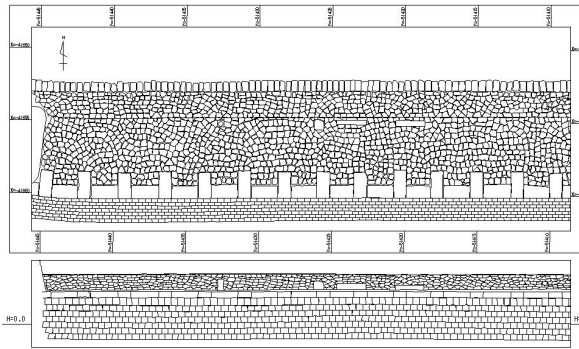


図-9 完成した平面図・立面図

#### 4. 従来の手法との比較

従来の方法による全体工数を1とした場合の、今回の業務の全体工数の割合を表-3に示す。

3次元レーザースキャナーを使用した場合、全体工数を従来の方法に比べ短縮することができ、初期の目標を達成することができた。

表-3 工数比較表

トータルステーションによる手実測 (想定工数)	3次元レーザースキャナーによる計測 (実工数)
1	0.8

#### 5. 3次元データの利活用

従来の実測方法と方法と異なり、今回は点群、画像のデジタルデータを取得している。これを元に3次元モデルを作成し、岸壁施設の維持管理等に使用するベースマップとして有効活用できないか検討した。

ファイル形式は仕様が公開されているVRML (Virtual Reality Modeling Language) で作成することとした。

しかし計測で取得したデータをそのままVRMLに変換するとPCのメモリを大量に消費し、且つズーム、回転等の操作時に時間を要し、円滑に操作できず実用的ではなかった。

今回は施設の破損・修理等の履歴を視覚的に管理することを目的としているので、形状の微妙な変化まで再現する必要はない。点群を外周線のみ残し、外周線のみ点群でTINを作成し、写真をテクスチャとしてTINに貼付した。これにより、PCのメモリ消費の削減され、操作を軽快に行うことができるようになった。

VRMLのファイルはCortona VRML ClientやBS Contact等フリーのビューアが提供されており、一般的なデータ形式である。しかし作成した3次元モデルに属性情報や関連ファイルを登録するにはFARO SCENE、Autodesk Navisworks等の有償ソフトウェアを購入する必要がある。

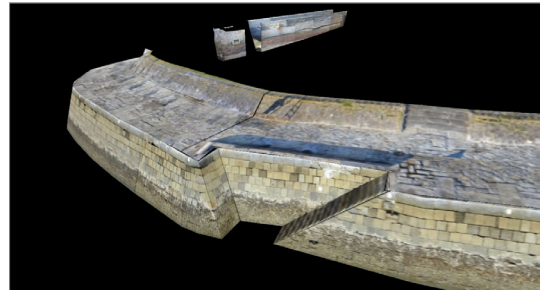


図-10 3次元モデルのイメージ

#### 6. おわりに

今回の業務で、下記のことを実現することができた。

- ・3次元レーザースキャナーとデジタル写真を用いることで、現場工数を削減できた。
- ・点群と写真を用いて、簡易3次元モデルを作成することで、施設の維持管理のベースマップとして有効活用できるものと思われる。

以上のことから、計測する範囲、現場の状況によって3次元レーザースキャナー&デジタル写真の組合せは文化財調査業務においても十分活用できることが分かった。

また、石垣に限らず、今回と同じ方法で橋梁等のモデルを作成することが可能で、CIMのベースともなり得るものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 米村 大, 3次元レーザースキャナーを活用した文化財の実測, 第9回 技術発表会, 2011.

(2013. 8. 22提出)



# 地籍調査の課題と今後の在り方について

(株)有明測量開発社 測量部 吉海 幸裕

昭和26年に国土調査法が施行され早60余年の年月が経過しているが、地籍調査の全国レベルでの進捗状況が平成23年度末時点にて50%と低い推移に留まっている。昨今、東日本大震災等の大きな自然災害が多発する中で、復旧事業に大きな遅れを生じている。それは、地籍調査が完了しておらず、境界確認等に大きな支障を来している事が一つの要因であると考えられる。

本論では地籍調査の進捗向上の必要性、その中で地籍調査が進まない要因、その分析要因に対して地籍調査の工程内において新しく取り入れた能率向上のための取り組み、その結果見えてきた課題や実施したシステムに見る将来的展望、今後の地籍調査の在り方について焦点をあて今後の地籍調査のあり方について考察したものである。

**キーワード；地籍調査の現状と課題，地籍の能率向上と認識の普及の為の提案，今後の地籍調査の在り方**

## 1. 地籍調査の歴史

土地管理制度の古くは班田収受法に始まり、戦国時代に豊臣秀吉が大々的に行った太閤検地、明治6年より行われた地租改正と時代の変遷と共に土地の調査は度々行われてきた。地租改正によって土地の私的所有や課税のシステムも物納から金納へと大きく変革を遂げる。しかし、地租改正時の測量技術の未発達や現地図面の不整合による脱落地及び重複地等の問題も多く生じていた。後に戦後以降日本を再建する為の国土高度利用の為には正確な基礎資料が必要である事。並びに国土の実態を正確に把握する事が必要な背景の下昭和26年に制定されたのが「国土調査法」である。現在の地籍調査は、この国土調査法に基づき現在に至るまで引き続き行われている。

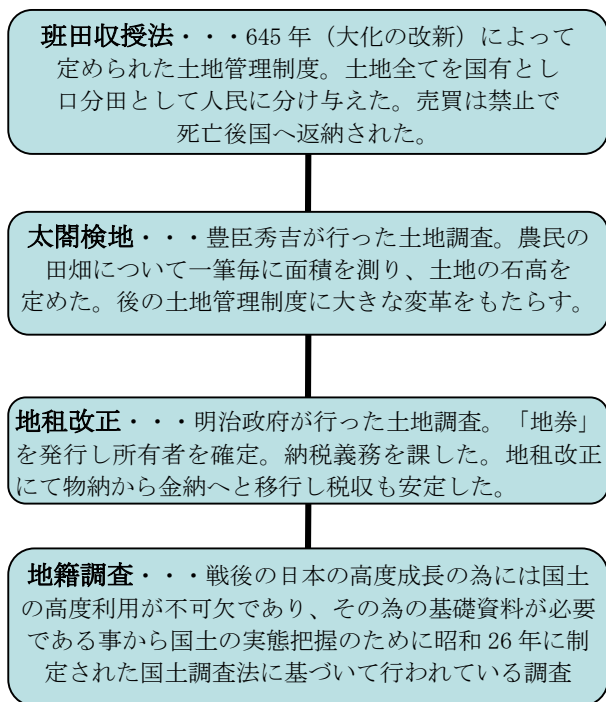


図-1 土地管理システムの時代の流れ

## 2. 地籍調査の現状と課題

現在随時進行している地籍調査ではあるがここ最近の進捗の推移について以下に述べる。

H24年3月末時点にて全国平均で50%と国土調査法制定後約半世紀を経過した現在でも進捗は停滞し、県別に見てもその進捗はばらつきがある。この状況では単純に約半世紀を要する事になり、早急な全国平均の進捗が望まれる。近年多大なる自然災害が多発する中、復旧事業等にこの地籍調査の成果が活用されるのは言うまでもない。こうした中、この進まない現状に関係する阻害要因を列挙し、課題の抽出を図った。

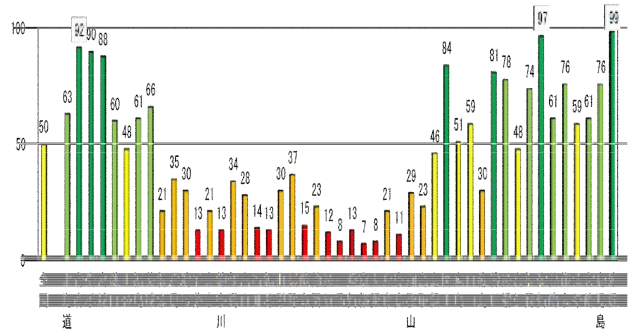


図-2 平成23年度末の地籍調査の進捗状況

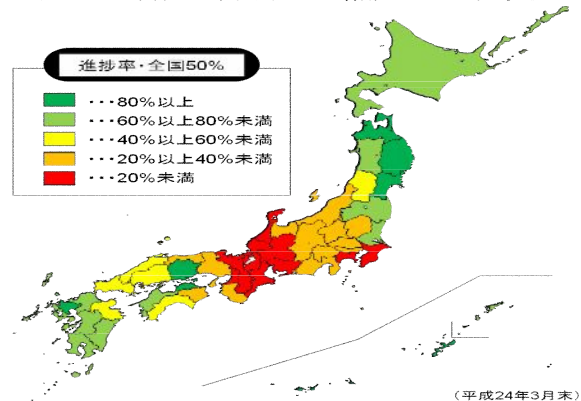


図-3 都道府県別に見た進捗率

### (1) 分析要因

- 1) 都市部
  - ・ 都市部における利害関係の複雑さ
  - ・ 土地の資産価値が非常に高く、権利意識が強い為、確認に多くの時間を要する。
  - ・ トラブルに繋がらないように隣人との接触を避けようとする傾向が強く、調査協力を得にくい状況にある。
- 2) 山村部
  - ・ 山村部の所有者高齢化や過疎による人口減少に伴う限界集落の増加。
  - ・ 上記状態から発生する地域の荒廃に伴う調査困難区域の増加。

等上記の大まかな事由が挙げられる中、主な進まない要因は所有者立会の元に行う一筆地調査に依存している事が挙げられる。では、一筆地調査がどういった現状を抱え、進まない理由を実際の調査の中で直面してきた事例を元に幾つか列記する。

### (2) 一筆地調査阻害の要因

- ・ 調査前に行う地元説明会だけでは地元住民の理解が得られ難く、調査効率向上に繋がりがづらい部分がある。
- ・ 一筆地調査開始前に事前に境界杭等の設置期間を設けるにもかかわらず所有者個人間の地籍調査に対する認識の低迷による準備不足。
- ・ 山村部の高齢化や荒廃による準備が出来ない状態。等の原因が散見された。
- ・ 都市部周辺においてトラブル回避の傾向が強い為、調査が円滑化できない。

## 3. 地籍の能率向上と認識の普及の為の提案

### (1) 一斉杭打ち

上記の要因を解消しなおかつ一筆地調査の効率向上、並びに地籍調査に対する認識普及促進の為に実施した一方策を事例に以下に述べる。

近年の高齢化等にて一筆地調査の境界杭の準備が進まない現状の中、当社が現在従事中の調査地域では自治体主導の下で一斉杭打ちというものを地籍調査業務の中の工程の一つとして取り入れ業務の円滑化を図っている。このシステムは自治体にて考案されたシステムでこれに改良点を加え実施した。そこで一斉杭打ちについて以下のフローにて概説する。

現在調査を行っている地区は山村部の中でも比較的市街地周辺部に位置する所にある。事前準備において土地所有者より立会時に聞く事が多かった事例として、

- ・ 事前準備時の要領の詳細が把握できない。
- ・ 隣接者不在の際に個人判断で準備した際にトラブル等を避けたい。

上記要因を改善し、事前準備の促進を図るために為に行っているのが一斉杭打ちである。

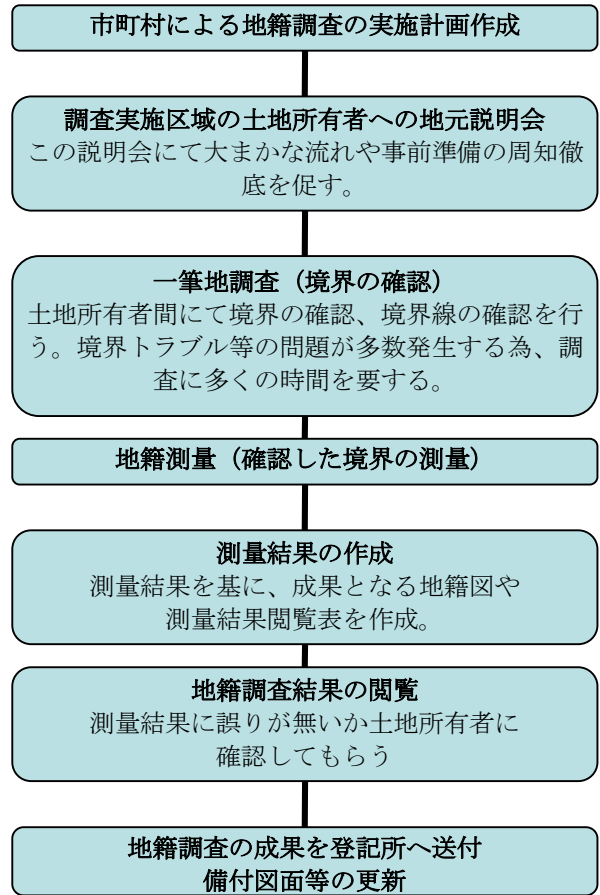


図-4 地籍調査の大まかな流れ

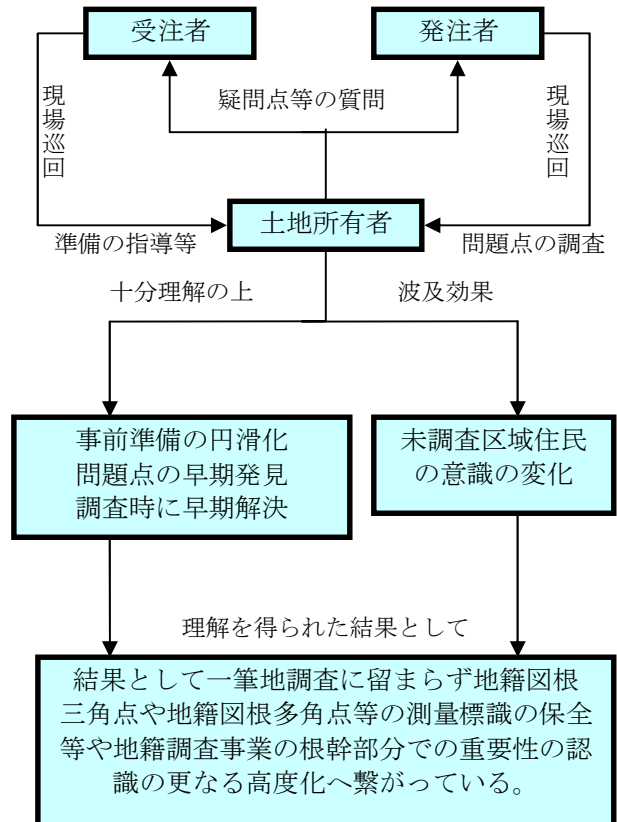


図-5 一斉杭打ちの構図

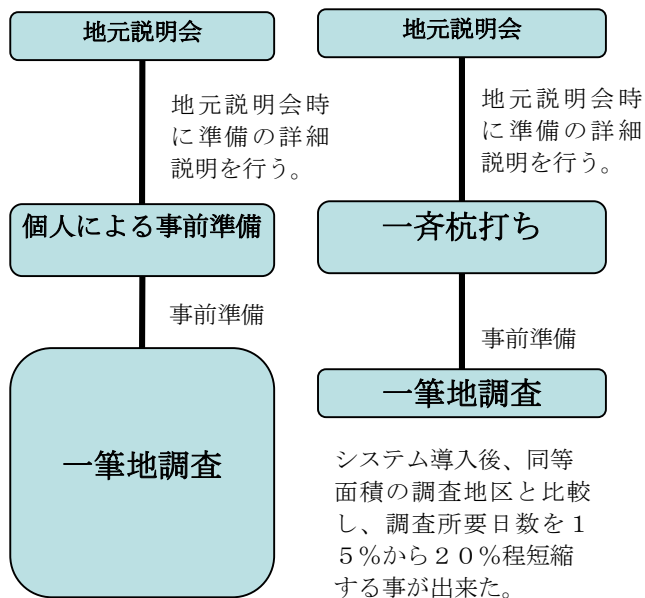


図-6 一斉杭打ち導入後のフロー比較

上記の一斉杭打ちを取り入れた事により、個人間の地籍調査の認識レベルの向上や準備率の向上、さらに隣接の未調査区域への調査向上の為の意識の啓発等の相乗効果を生じている。地籍調査の工程内の一部分であるが意識の向上は将来的に地籍調査全体へ繋がっていく大事な要素であると思われる。所有者間の地籍調査への取り組み方は以前にも増して充実した反面、

- ・ 一斉杭打ちの当日に参加されない方がいて、巡回した結果、準備を行う事が出来ないのかがどうすればよいか。
- ・ 畑や田等はだまかに準備を行えたが、山林や、人口密集している都市部ではこういった作業を行えるのか。その時点でトラブルが発生するのではないか。
- ・ 高齢者しか居ない地区でこういった作業を行う際にサポート体制をどうやって構築するのか。

等上記の今後に繋がっていく問題点も結果として顕在化してきた。今後地籍調査が進行していく中でこの一斉杭打ちというシステム自体臨機応変に対応できる必要性も生じてきた。

## (2) 一斉杭打ちによって見えてきたもの

一斉杭打ちを行った事によって見えてきた根幹の問題について以下に述べる。まず一斉杭打ち後一筆地調査へと進行していく中で所有者からの共通の意見が「隣接者が誰か分からない部分もあり一人では準備する事が出来なかった」である。少し逸脱す

る部分もあるかと思うが、上記の意見には以前より形成されてきた地域コミュニティの衰退が大きく関係するものと思われる。このコミュニティの衰退により地域住民の繋がりの希薄化に歯止めがかからず地籍調査の進捗阻害の大きな要因となっている事が背景にあると考えられる。

## 4. 今後の地籍調査の在り方

現在の地籍調査の進捗状況は50%と停滞した数値を示している。これから先、地籍調査が進むにつれて調査箇所は比較的安易な市街地周辺部分から調査が困難になる山間部周辺に差し掛かってくる事が予想される。そこには、

- ・ 高齢化、山村の荒廃による限界集落の増加
- ・ 山間部において地籍の効率化の維持
- ・ 都市部における更なる効率化を図るには

等の問題も多数存在する中、地籍調査全体の進捗向上を図るには一斉杭打ちの様な小さなシステムを構築、活用し全体工程に反映させていく事が必要ではないかと思われる。地籍調査進捗を訴える背景には、文頭で述べた自然災害等の際に地籍調査の成果無くしては、境界の位置等も不明瞭がゆえ復旧事業に大きな支障を来し、復興すらままならない。こうした際に地籍調査の成果は大きな役割を果たす。地籍調査はこうした状況に迅速に対処すべくもやはり全国規模の進捗度を大きく押し上げる必要があると思われる。

## おわりに

地籍調査の一層の促進において国土交通省でも日々様々な啓発活動及び促進に向けた動きが取られている。進捗度が停滞する状況の中、事業自体を休止している市町村も少なくはない。各自治体の予算の確保やそれに対応する自治体職員の人員確保がままならない等進捗阻害の要因は多岐にわたる。近年のデジタル化により地籍調査に用いる測量機器や測量技術も飛躍的に進化している時代背景を受けて地籍調査の基礎部分である一筆地調査に求められる手法も大きな変革期を迎えていると思われる。時代の流れに応じた手法を取りつつ、自治体や受注業者並びに土地所有者三位一体となって進めていくことによって円滑な事業の進行は国土全体の進捗の未来を切り拓くことができるのではと感じる。

## 参考文献

- 1) 国土交通省 地籍調査Webサイトより引用 (2013. 8. 23提出)