

## 青森県外ヶ浜町所在山本遺跡の航空レーザ計測結果について

—三重の壕をもつ所謂「古代防御性集落」の紹介—

小口 雅史

### はじめに

青森県外ヶ浜町（平成大合併以前は蟹田町に含まれた）の山本遺跡が、埋もれきれない多くの竪穴住居址と、それをぐるりと取り囲む三重の環壕を有する壮大な構造を有していることは、すでに『蟹田町史』の記載<sup>①</sup>によっておおよそのことが知られていて（図1）、また筆者らによる北の「防御性集落」研究を目的とする科学研究費補助金グループその他の津

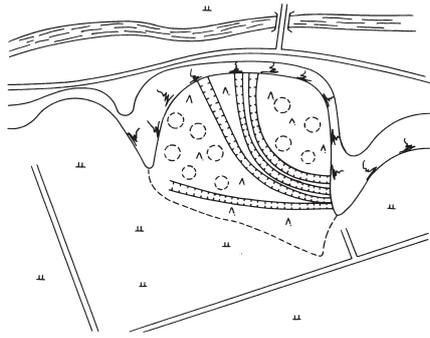


図1 遺跡略図（『蟹田町史』P50より）

軽半島内の現地踏査によっても目視で確認されていた。

この遺跡が、それまで知られていなかった、どの防御性集落よりもはるかに明瞭に、その防御的性格を示していることから、筆者らは、折に触れてこの遺跡について言及してきた<sup>②</sup>。というのは、これまで北日本において一〇世紀ころから顕著になる壕で囲

まれた集落をどのように理解するのか（壕を防御のためとみるのか、それとも權威の象徴、あるいは区画のため、結果形成のためなど他の理由によるとみるのか）、学界内で見解が大きく分かれていたからである。

もちろんこの壮大な遺構の正しい評価は、将来のその発掘調査を待つしかないが、それにしても肉眼でもはっきり認識できる三重構造の環壕は、否が応にも、それが集落の防御のためのものであることを示唆していることは明らかである。開発予定がないこの地において、その発掘調査はすぐには期待できないが、その遺跡の正確な位置づけのためにも、せめて正確な実測を施したいという気持ちは、先にもふれた二〇年近く前の藤沼邦彦氏らとの、初めての踏査以来、ずっと筆者は持ち続けている。とはいえ、これだけの規模の遺構である。どんな計測方法を用いたとしても、そのための経費の確保が問題となる。ちょうど昨年度から『青森県史』通史編の執筆編集作業が終盤に入っていて、通史編執筆のための重要な素材でもあることから、記述を豊かにするために青森県の協力も考えてはみたが、もちろんそれは無理であった。

このことを弘前大学教授・北日本考古学センター長の関根達人氏

にふったのが昨年冬のこと。年度末が近かったせいもあるであろうが、外ヶ浜町教育委員会の協力のもと、北日本考古学研究センターの予算を用いて、大学院生や学部生の春休み期間における合宿での実習の場として、その測量が実現することになった。その成果の概要は、すでに日本考古学協会第八三回（二〇一七年度）総会（大正大学）において報告され、<sup>③</sup>またその詳細はまもなく公刊されることになっている。<sup>④</sup>

一方、ちょうど同じころ、筆者が所長を兼務している法政大学国際日本学研究所の客員所員で、筆者と大学の同期である露木順一氏から、氏と共同で、航空レーザ測量法を用いて全国の自治体などの史跡調査・デジタル復元などに従事している中日本航空(株)という業者の紹介があり、露木氏の有する人的資源をはじめとして、青森県の協力も加わった結果、最終的に予算問題がいろんな形で解決されることとなり、山本遺跡の航空レーザ測量法による計測も実現することとなった。

その結果を踏まえて、その概要と、動画による現地の遺構の再現は、昨年十月に弘前大学で開催された日本考古学協会二〇一六年度大会の、筆者による講演で披露することができた。ただしその場では、様々な角度からの分析結果をつなぎ合わせて、あたかも遺跡を俯瞰しているかのような動画として放映したのであって、紙媒体で配布したわけではない。その場では臨場感あふれる疑似体験をしていただき、会場からは抑え気味の歓声が漏れることとはなったが、しかしそれはあらためて動画を見ない限り繰り返し確認することはできない。せつかくの測量結果である。紙媒体でも公刊しておけば、それを、前述の関根氏等による平板測量の結果とあわせて活用できる可能性もある。そこで、この場をお借りして、

航空レーザ測量法による山本遺跡の計測結果を紹介させていただこうと思う次第である。

### 一 航空レーザ測量法とは

最初に航空レーザ測量法について簡単に触れておこう。<sup>⑤</sup>

いままでもなく航空写真は空から見た遺跡の表面部のみ確認である。とくに現状として樹木が生い茂っていることの多い遺跡においては、樹木下の地表面の地形は航空写真ではほとんど何も分からない。

そこで、上空から地上に向けて様々な角度からレーザ光を放射し、その反射を捉えて連続的に地上の形状を計測する手法が航空レーザ計測法である。つまり木漏れ日が差し込むように、レーザ光が地面まで照射さ



図2 山本遺跡航空写真(簡易オルソ画像データ)

れる状況をイメージしていただければ良い。この方法を使用することによって、樹木下の詳細な地形変化を捉えることが可能になる。さらにまたレーザデータから、遺跡の断面図の作成も可能となる。

そこで具体的には、山本遺跡の上空を航空レーザ計測システムを搭載した回転翼機で計測し、「地形の三次元データ」と「航

空写真」(図2)<sup>8)</sup>とを同時に取得することから始めてもらうことにした。

計測飛行後に、毎秒観測データを用いたGNSS基線解析によって航空機の正確な位置を求め、次にIMU(慣性計測装置)で記録された航空機の姿勢情報を統合解析処理することで、レーザパルス発射地点の正確な位置姿勢情報を求める。これにレーザスキヤナが計測測距したレーザ発射角度及び測距距離データを高精度な時刻情報により同期させて、レーザ計測点毎の三次元座標値(三次元計測データ)が算出される。

点検確認、ジオイド補正等を経た三次元計測データに対して、雲や塵等の反射による空中ノイズ、及び地上付近の乱反射による地中ノイズ等のエラー計測データを除去し、地上地物の位置高さを三次元点群データで表した成果であるオリジナルデータが作成された。

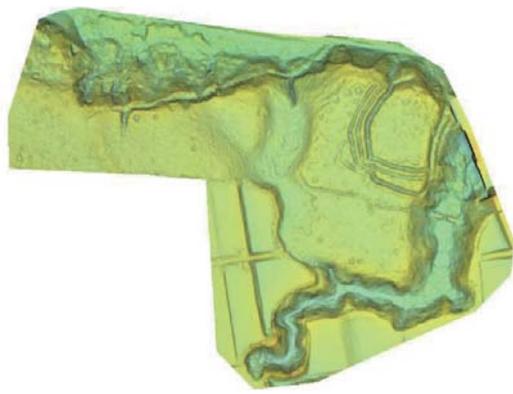


図3 山本遺跡地形起伏図

完成したオリジナルデータに対してフィルタリングと呼ばれる点群の分類処理を行い、地表面の地形形状のみを表した三次元点群データであるグラウンドデータが作成された。フィルタリング処理は初めに自動分類処理を施し、その処理結果について作業者が全域目視点検を行い、分類処理の誤っている箇所(除去しきれなかった地物や欠落した地形等)の修正編集処理を行って作成された。

それをもとにグリッドデータが作成され、それをベースに等高線データが作成される。これをもとに最終的に地形起伏図が作成されることとなる。まず形状を認識把握し易い陰影図である地形起伏図が作成された(図3)。オリジナルはカラー。以下同)。地形起伏図とは三次元地形モデル等の尾根谷度と傾斜区分のひとつの表現手法として中日本航空(株)が独自開発して特許を取得(特許第五五八七六七号)した画像データとのことであり、地形の起伏を段彩表示(凹地形は寒色、凸地形は暖色)したものに、斜面の勾配に応じた陰影と最小標高から最大標高までの標高段彩を付与したものだとされる。

もちろんいかに様々な角度からレーザ光を照射して、木漏れ日が地上に達するように樹木の葉を通り抜けたとしても、自ずと限界はある。また地上に堆積した葉をレーザ光が通り抜けることはもちろんない。生い茂る樹木の葉をレーザ光が透過できないのと同じことである。

したがって大量のマンパワーを現地に投入し、現地の地形に合わせて細部にまで詳細な平板測量を繰り返し重ねた結果として作成された測量図にはかなわない。

また弘前大学の測量は三月の雪解け直後の、現地の子供たちの悪い熊笹が雪の重みで押しつぶされ、地表面の地形がよくわかる状態で作成されている。本来ならば、航空レーザ測量も同じ時期に実施するのがベストであるが、限られた機材の使い回しの関係で、中日本航空(株)による計測は六月にずれ込んだ。すでに樹木の新緑が鮮やかで熊笹も元の状態に跳ね返っているころのことである。こうした状況下でどれくらいの成果が上げられるのかがむしろ注目されたともいえる。

## 二 作成された山本遺跡の地形起伏図等

まず中日本航空(株)より事前に示された計測コース図(図4)と計測諸元(図5)を掲げる。

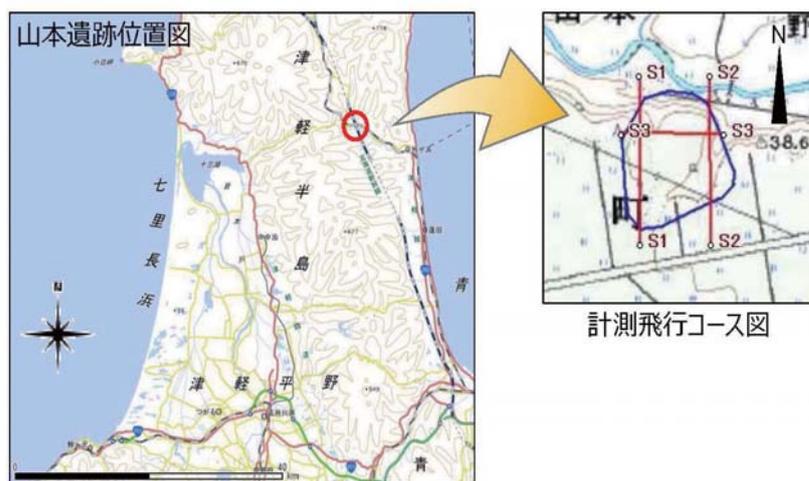


図4 計測コース図

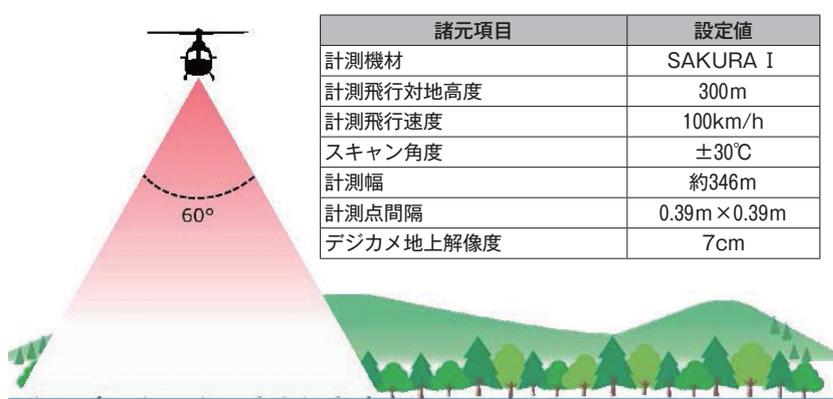


図5 計測諸元

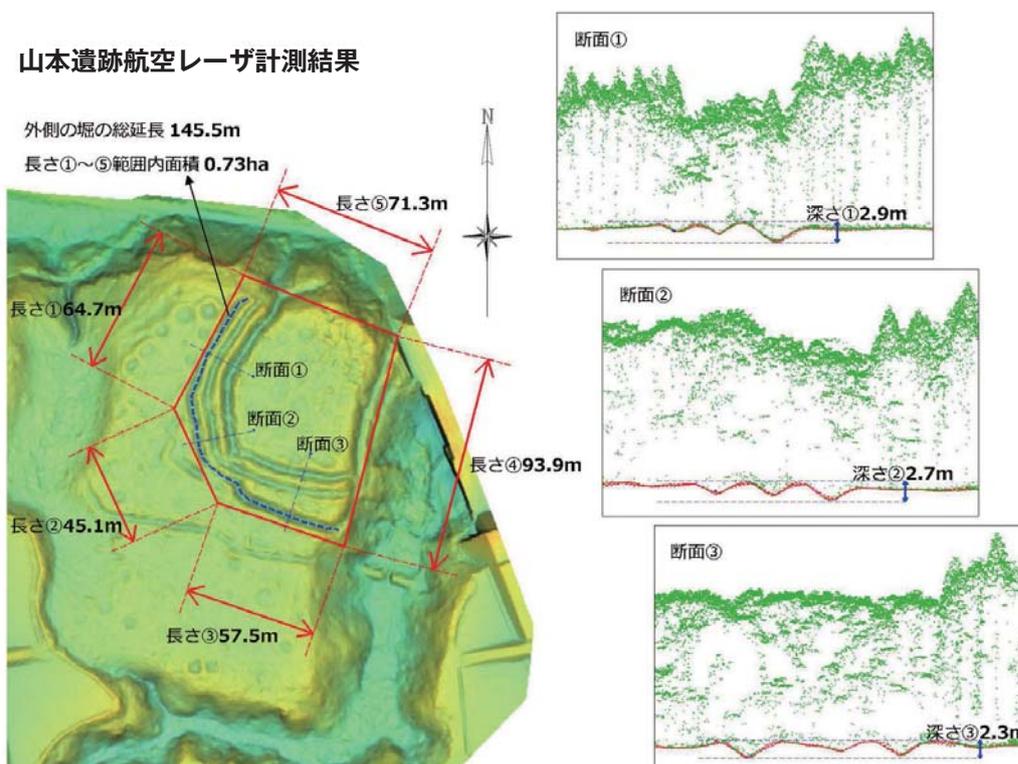


図6 地形起伏図(測量結果、断面図付)

(図6～10)を順次掲げる。続けて中日本航空(株)より納品された最終成果である各種起伏図等

山本遺跡航空レーザ計測結果

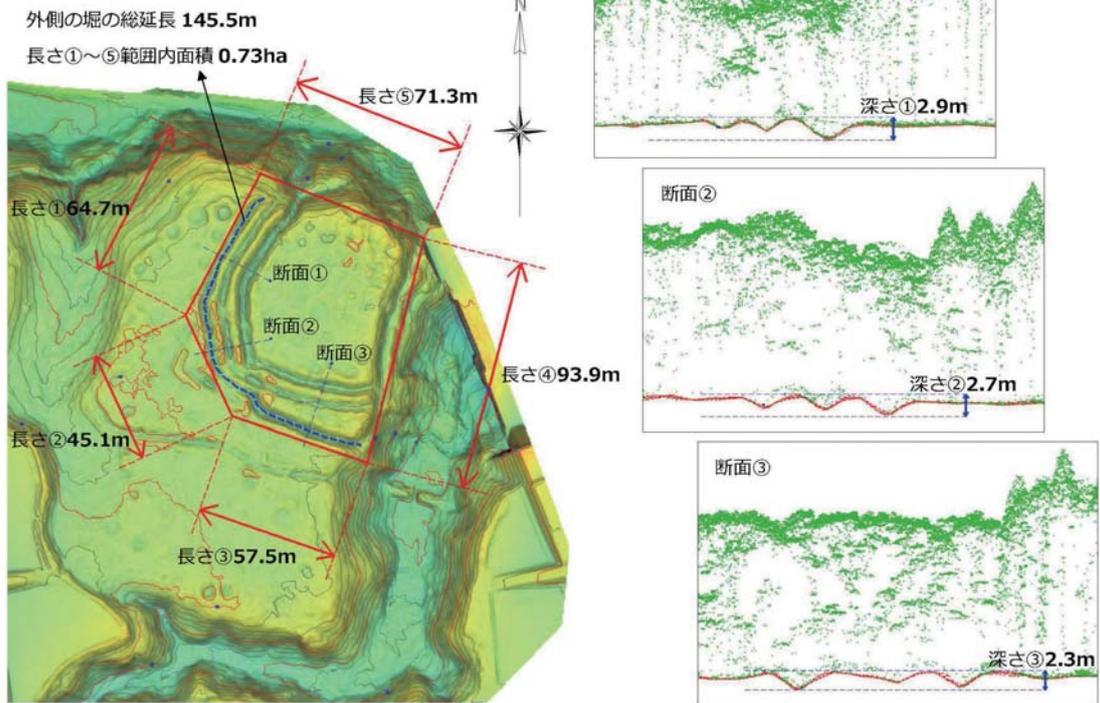


図7 地形起伏図+等高線

山本遺跡航空レーザ計測結果

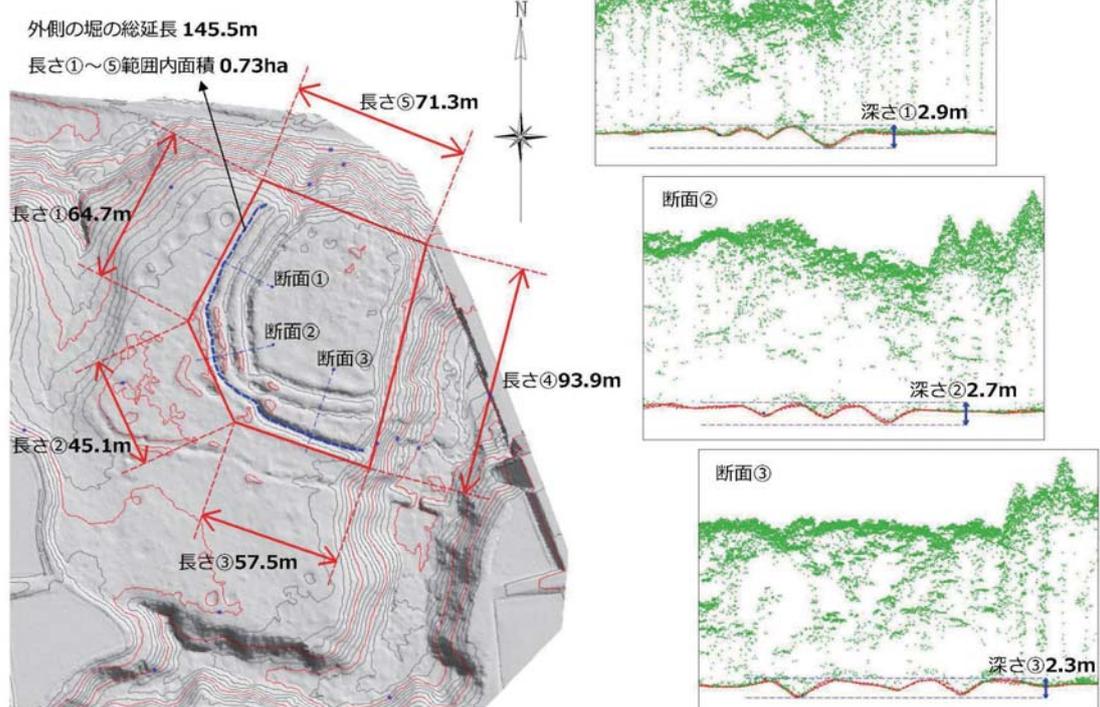


図8 陰影図+等高線

山本遺跡航空レーザ計測結果

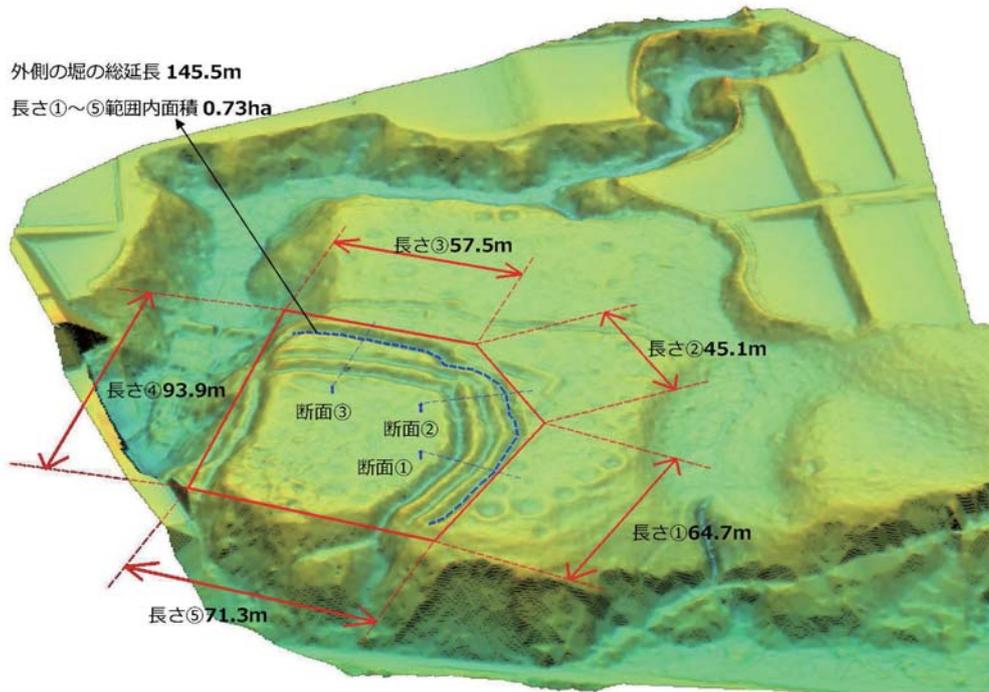
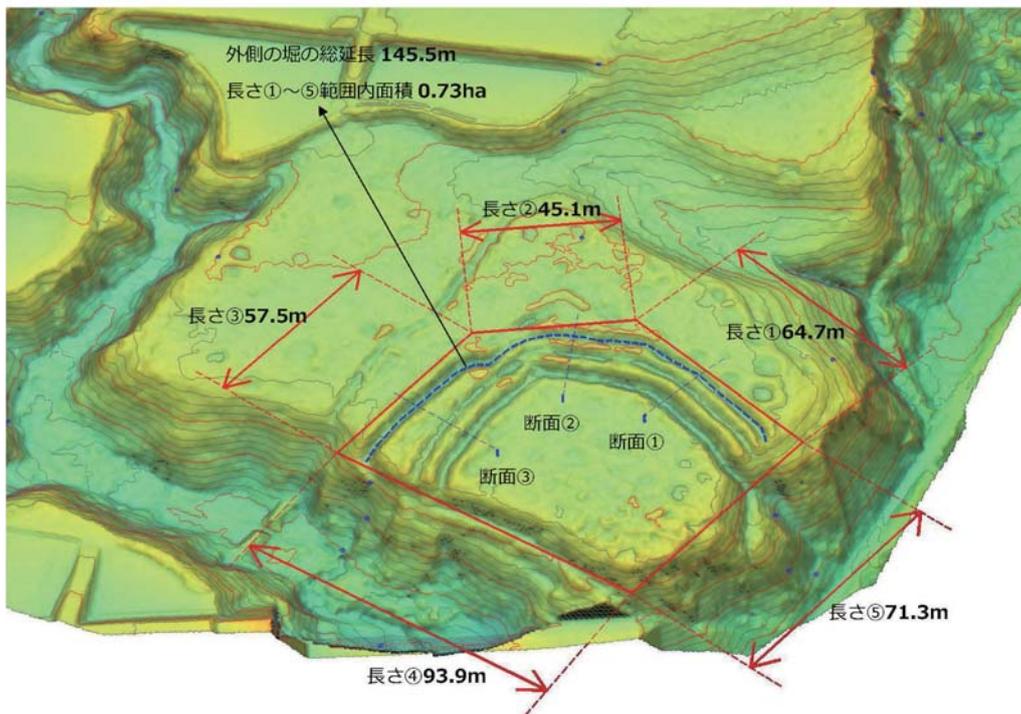


図9 地形起伏図（鳥瞰表示）パターン①



山本遺跡航空レーザ計測結果

図10 地形起伏図（鳥瞰表示）パターン②

## むずびにかえて

以上、これまで動画で一度限りで公表したにすぎない測量結果を、あらためて紙媒体で公刊させていただいた。まもなく公刊される関根氏率いる弘前大学北日本考古学研究所センターによる実測図と併せて比較検討できるようになればと期待している。本計測によっても、この遺跡がこれまでのどの遺跡よりも堅固な防御形態を有していることは明らかだと思われる。

先にも触れたように、細部にまで手が届く平板測量に比べれば、実測図の精度においては劣る部分もあることは否定できないであろう。ただ日本考古学協会での関根報告において触れられていた出入り口と想定される部分（外壕の屈曲部で途切れている部分）の複雑な構造も、レーザー計測で、ある程度は表示されている。十分実用的な水準には達しているのだと思う。

一方で、遺跡のレーザー計測のメリットとして挙げられるものは、なんといっても広範囲を一気に計測できることで、点在する複数の遺構ないし遺跡の全体像を一度に、また瞬時に効率的に計測できる点であろう。遺構ないし遺跡の規模が大きいほど効力を発揮する。歴史的な巨大な建造物によく適合することは想像に難くない。ターゲットの周辺で関連遺跡の発見に繋がる可能性もある。

また密集した雑木林などで平板の見通しが必ずしもうまくないときにも、レーザー計測が威力を発揮することがあるであろう。もちろん人間が踏査しにくい場所にある遺跡の測量には大いに価値を発揮することは間

違いない。

さらに一番目のメリットと関わることであるが、歴史的価値のある遺跡の現地の三次元データを、デジタルで記録保存できること、さらに「整備」にも活用できることが挙げられる。またその一つの元データから断面図などもすぐに作成できることも大きなメリットではないか。今後のレーザー計測の精度の向上と、活用の進展を期待して、とりあえずここで擱筆することとしたい。

## 註

- (1) 蟹田町史編纂委員会編『蟹田町史』（蟹田町、一九九一）四九頁。また一四六頁以降では、いわゆる蝦夷館ニチャシの一つとして、地元の伝承を紹介している。
- (2) 小口雅史「古代北日本の「防御性集落」『歴史評論』六五七、二〇〇五年、同「城柵制支配の廃絶と北の境界世界」『東北の古代史』5 前九年・後三年合戦と兵の時代（吉川弘文館、二〇一六年）他。齊藤利男「北の古代末期防御性集落」の成立・発展・消滅と王朝国家」天野哲也・小野裕子編『古代蝦夷からアイヌへ』（吉川弘文館、二〇〇七年）他。
- (3) 関根達人・上條信彦・岩井浩人・駒田透・江戸邦之「三重の塚が巡る蝦夷の集落―青森県外ヶ浜町山本遺跡測量調査報告―」。
- (4) 関根達人「三重の塚をもつ北奥の古代集落―青森県外ヶ浜町山本遺跡―」（小口雅史編『古代国家と北方世界』同成社古代史選書28、二〇一七年）。
- (5) 小口雅史「謎の山本遺跡（外ヶ浜町）―古代の北の世界の防御性集落―」（奥津軽新時代！地域の「お宝」再発見フォーラム（今別町開発センター、二〇一六年））。

(6) 小口雅史「二〇世紀北奥の蝦夷社会の実像―文献史学と考古学の融合を目指して―」『日本考古学協会二〇一六年度大会研究発表要旨』(日本考古学協会、二〇一六年)。

(7) 以下の記述は、中日本航空(株)東京支社調測事業部の笠げやき氏による説明会資料「空からの遺跡調査―青森県山本遺跡を事例として―」(法政大学、二〇一六年九月十五日)、および小口に納品された『青森県山本遺跡航空レーザ計測作業簡易報告書』(中日本航空(株)、二〇一六年)による。

(8) レーザ計測時に同時に撮影した航空写真(デジタルカメラ画像)を用いて地上画素寸法二〇センチの簡易オルソ画像データが作成されている。カメラの位置姿勢情報はレーザスキャナと同じものを使用して、カメラの取り付け位置及びカメラの撮影シャッター時刻同期による撮影写真画像の標定を行い、作成したグラウンドデータ地形モデルに対して正射投影変換及び簡易モザイク処理を行うことで、簡易オルソ画像データ(図2)が作成された。

【謝辞】 本研究はJSPS 科研費 15H03245 の助成を受けたものである。

また行政方面も含めて、種々縁を取り持っていたいただいた露木順一氏に對して、末尾ながら謝意を表したい。

(おぐち・まさし 法政大学文学部教授)