

埋蔵文化財の三次元計測

—実践に向けて—

講師 鹿児島国際大学 国際文化学部
教授 中園 聡

1. はじめに

日本文化財保護協会の令和2年度第1回技術研修会として、12月13日に「埋蔵文化財の三次元計測—実践に向けて—」と題する講習をさせていただいた。午後2時から4時までの2時間にわたって実施し、参加者は熱心に取り組まれた。

ここでは、その内容について記し記録とするとともに、当日資料として用いた3Dモデル作成のための簡単な操作マニュアルを掲載して利用に供することにしたい。

2. 経緯と実施

今回に先立ち、前年に福岡市内で開かれた令和元年度第2回技術研修会で、「3D考古学と埋蔵文化財—実践の方法・思想から研究・普及まで—」と題する講演を行い、調査・研究における3D利用の重要性と考え方を事例の紹介も交えながら強調した。必然性があるとはいえ、実務に3Dを導入するには相応の決断がいるものであろう。そこで、調査現場での迅速化や記録の正確さ、記録密度などで優れ、その先にある研究などの課題解決や普及面での利用可能性などを含む、3Dの意義の理解を深めることこそが必要であり、まずは実践に先立ちモチベーションを高めるための「布教」を優先させた。

次のステップは、ハンズオンとして実際に解析作業を体験することが期待されたが、今回は折からのコロナ禍で対面での参集ができず、オンラインでの実施となった。参加者が多く、個々の進行状況をモニターしながら進めるのが難しいことや、時間的制約など、諸般の事情を考慮した結果、マニュアルを用意し、それをもとに3Dモデルの作成作業を当方で実演しながら解説することで、理解に役立てていただくことになった。

前回の研修会から今回までのわずか1年の間にも、実践例の増加は目を見はるものがあり、もはや後戻りすることのない段階に入りつつあることが確信された。自らの意識改革や葛藤を伴うことなく、すんなりと3Dから入る人も今後増えるであろう。今回は前回の研修会に参加されなかった方が多いという理由だけでなく、これまでの埋蔵文化財の実務経験の多少にかかわらず3Dの意義を考え続けていただく必要がある。そこで、前回のような概説等を前半に行い、後半で解析作業をすることにした。

幸い、事務局のご配慮で参加者の反応を別モニターで見ながら進められるようにしていただき、無事に終了することができた。なお、操作や解説等は、当方スタッフの太郎良真妃・平川ひろみと分担して行った。

3. 考え方・事例と解析作業

考え方や事例については、前述のように福岡での研修と重なるところがあり、基本的な変更はないため、ここでは記載を割愛させていただく。本誌第4号所収の内容をご参照いただければ幸いである(中園2020)。

後半の作業の解説については、これから取り組まれる方を想定したものである。今回は中世の井戸を題材にした。扱った手法は、多数のデジタル写真を解析して3Dモデルを構築するSfM-MVSと呼ばれるものであり、デジタルカメラがあれば専用の機材は不要である。なお、解析ソフトには無料のものから高額なものまで幅があり、それぞれ特性も異なるため、どれが良いとは一概に言えないが、ここでは実践例が多く定評もあるもののうち、Metashapeを選択した。当日は、「Agisoft Metashapeを用いた文化財の三次元モデル作成マニュアル」(2020.12.13版)というPDF版の資料を用意した。誤植等を修正のうえ、次ページ以降に掲載する。改善点も多いが、多少ともお役立ていただければ幸いである。

4. これから

既述のように3Dは大きく普及しつつあり、後戻りすることはないであろう。今回の研修では熱心にメモを取る方や、終了後に取り組んでいただければと思っていた操作を別のパソコンを立ち上げて確認しながら聞く方もおられたようである。汗水垂らして調査した記録が、専門的研究はもとより、教育や楽しみのために、また未来に向けて真に活用されるには、3Dは必須であるし、今回の参加者のような実務に携わる方々がその生産に重要な役割を果たされることと信じている。多様な経歴や技能を持つ人材に富むという潜在力や、発想力、意思決定の迅速さなど、民間の力に大いに期待するところである。

技術研修委員会委員長の河合英夫氏、事務局の赤堀有美子氏をはじめ日本文化財保護協会関係者の皆様には、多くのご配慮をいただいた。また、講習教材についてご協力いただいた機関・関係者に厚く御礼申し上げます。

なお、当日および本稿にはMEXT科研費JP19H05733、JSPS科研費JP20K01100の成果を含んでおり、また関係者・参加者の反応やご意見などは、それらの研究遂行の上で大いに参考になった。深く感謝いたします。

文献

中園聡 2020「3D考古学と埋蔵文化財—実践の方法・思想から研究・普及まで—」公益社団法人日本文化財保護協会『紀要』4: 48-53.

Agisoft Metashapeを用いた文化財の三次元モデル作成マニュアル

2020.12.13版

鹿児島国際大学 中園聡・太郎良真妃・平川ひろみ

使用するソフト

Agisoft社のMetashapeを使用した場合について、基本的な説明をします。このソフトは下記のURLからダウンロードできます。

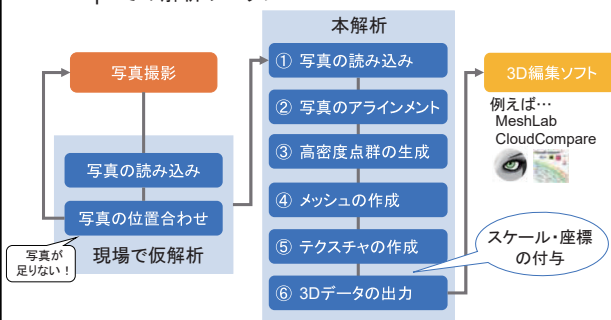
<https://www.agisoft.com/downloads/installer/>

Metashapeは、Professional EditionとStandard Editionの2種類があります。以下では、Professional Editionを使用していますが、操作方法はどちらでも同じです。なお、Standard Editionの場合、スケールや座標を挿入することができませんが、他ソフト（CloudCompareなど）で付加することができます。

*Metashapeは有料ですが、Demo版とトライアル版（30日）があります。

1

Metashapeでの解析ワークフロー



2

Metashapeの使い方の流れ。

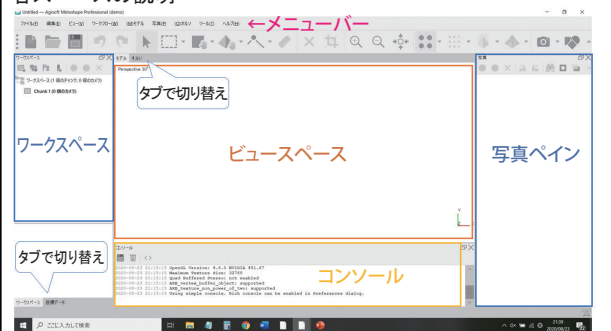
大きく、撮影、現場での仮解析、本解析という手順。現場での仮解析は必須ではないですが、したほうが無難（とくに慣れないうちは）。仮解析をすれば、モデルがくっつかない、穴があいてしまった、などの場合、足りないところをすぐに追加撮影できます。

Agisoft Metashapeの使い方

3

初めての方は、アクティベート画面が出ます。トライアル版は30日限定で、解析からデータの保存まで可能です。Demoモードは、解析はできますがデータの保存ができません。

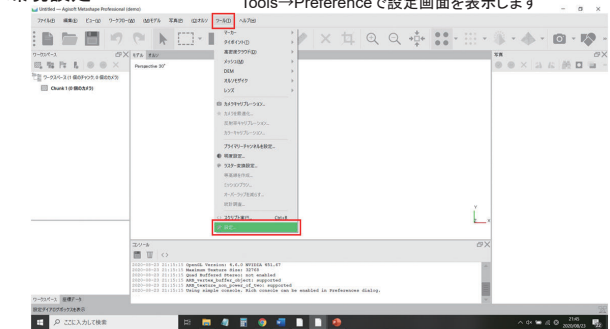
各スペースの説明



4

ここからしばらくは、最初に理解しておくこと、設定しておくことを説明します。

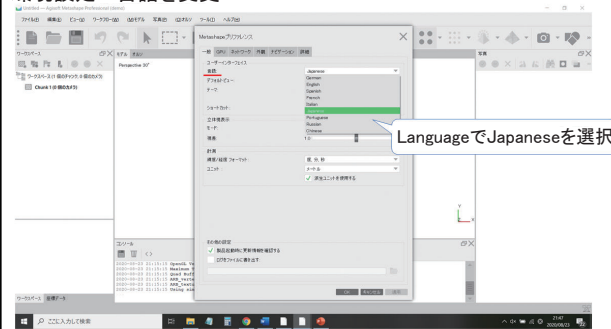
環境設定



5

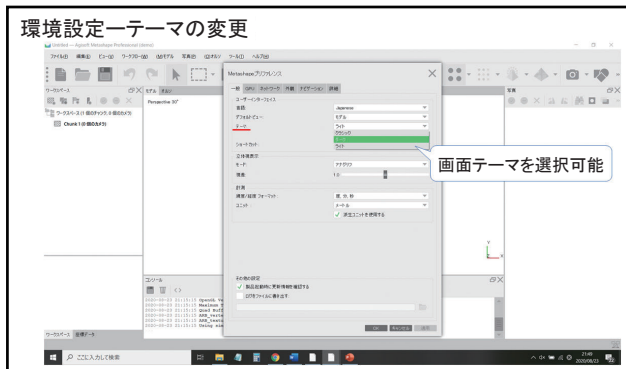
Tools→Preferenceで設定画面を表示します。

環境設定一言語を変更

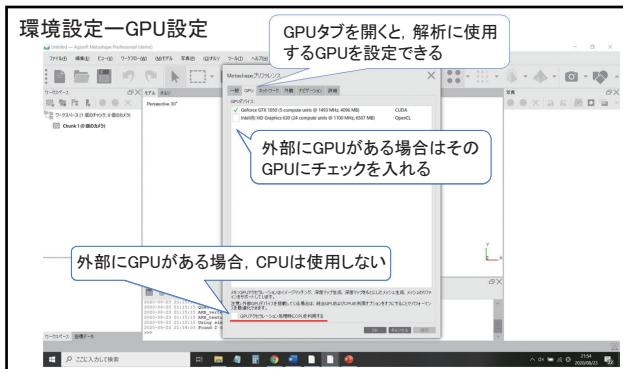


6

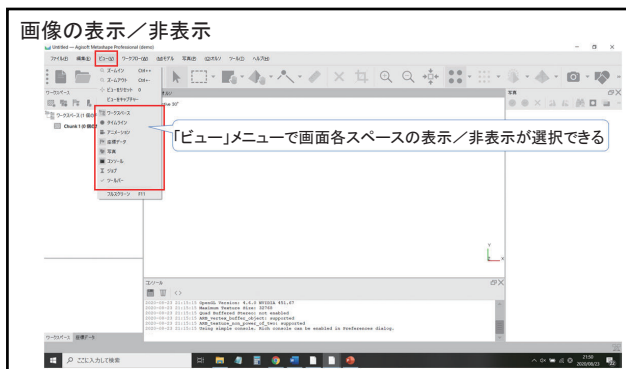
Preferenceダイアログの「Language」で、Japaneseを選択（日本語を使用する場合）。



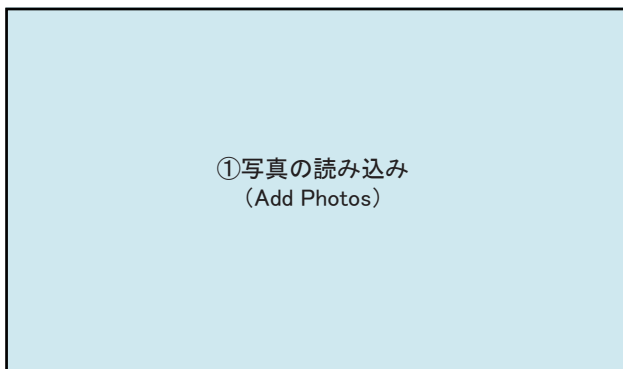
7
「テーマ」……画面の見た目を変更できます。



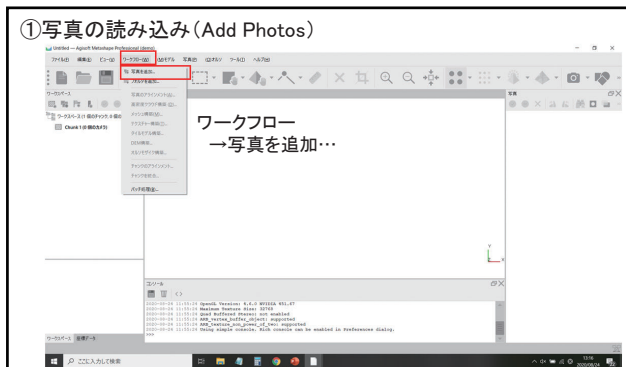
8
GPUに関する設定をしておきます。



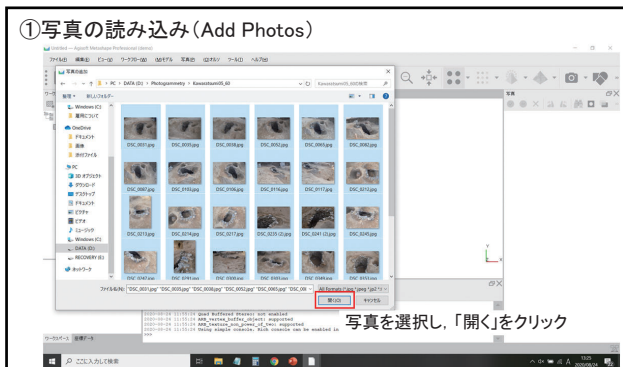
9
各スペースの表示／非表示を切り替えることができます。



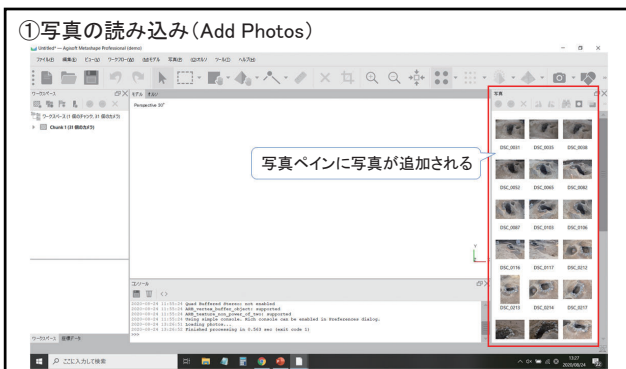
10
いよいよ、ここから解析に入ります。
最初は、写真の読み込みからです。



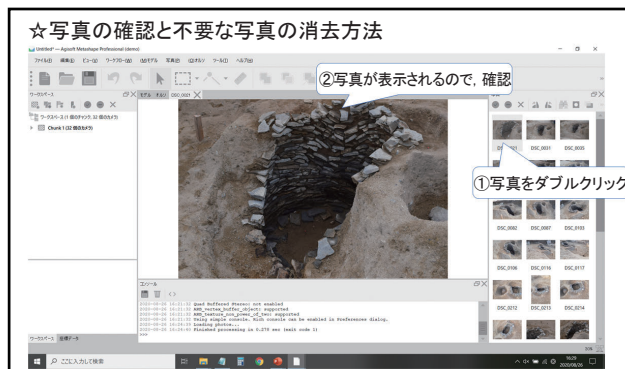
11
まず、写真をMetashapeに読み込みます。
「ワークフロー」→「写真を追加…」



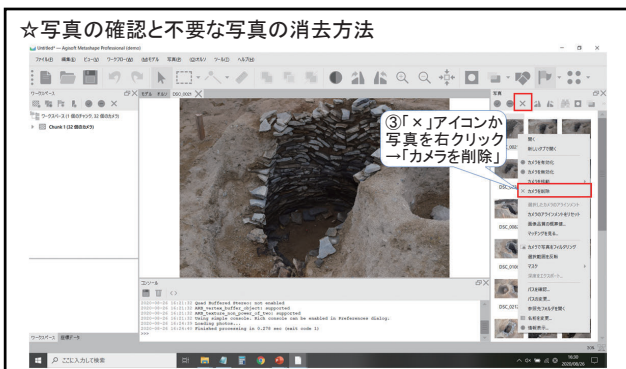
12
使用する写真を選択し、「開く」をクリックします。



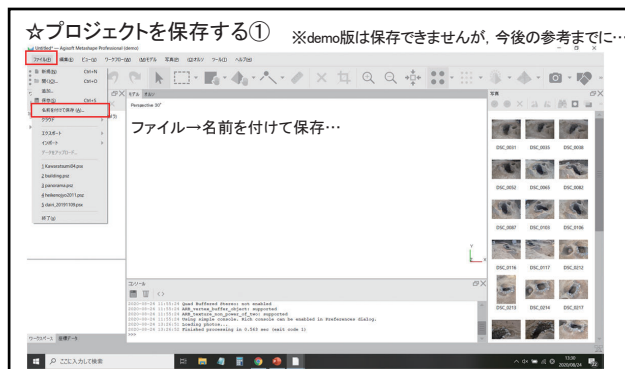
13
写真が読み込まれると、このように写真のサムネールが表示されます。



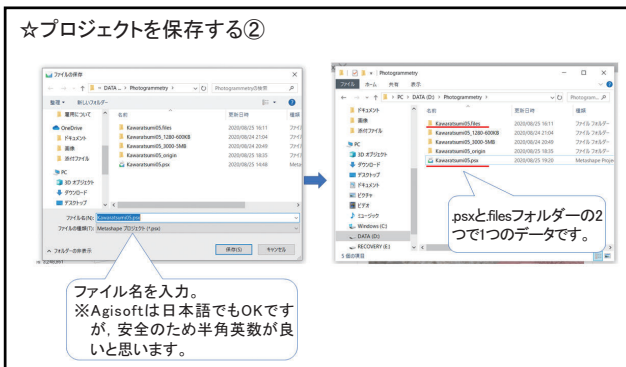
14
表示したい写真をダブルクリックすると、写真が中央に表示されます。
これで写真がボケたりブレたりしていないかなど、確認できます。
また、不要な写真がある場合は、写真を選択して削除することもできます。



15
「X」アイコン、または写真を右クリックして「カメラを削除」を選びます。



16
解析の前に保存します。WordやIllustratorなどと同様に、これから解析していくファイルを作成します（デモ版は保存できません）。

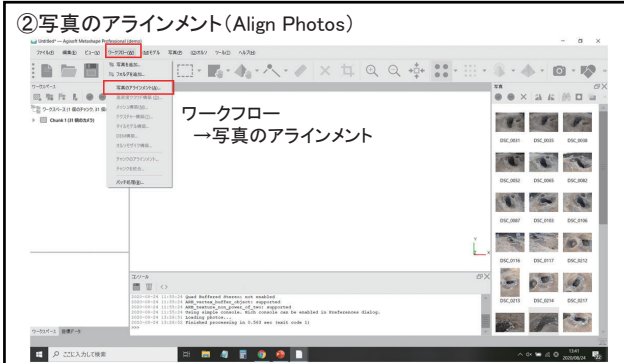


17
Metashapeは日本語でも大丈夫ですが、私たちは大事をとって半角英数にしています。
一度保存してしまえば、これ以降は上書きでOKです。Wordとかと同じです。



18
次に、写真のアラインメントに移ります。

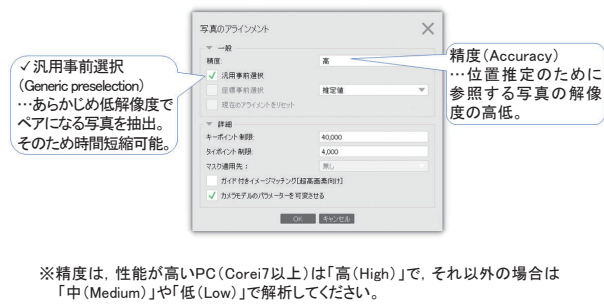
②写真のアラインメント(Align Photos)



19

「ワークフロー」→「写真のアラインメント…」

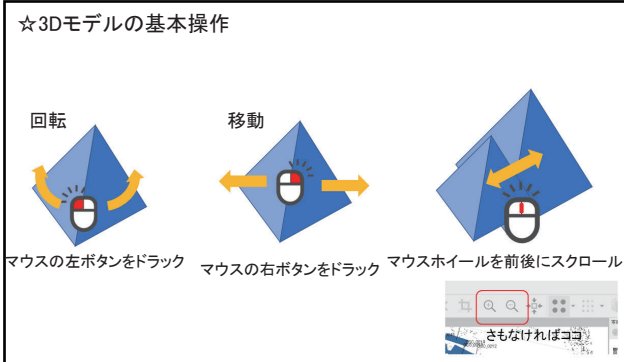
②写真のアラインメント(Align Photos)



20

汎用事前選択は、デフォルトになっているようなので、これでよいです。チェックがあると解析が早くなります。
「OK」をクリックすると、解析が始まります。

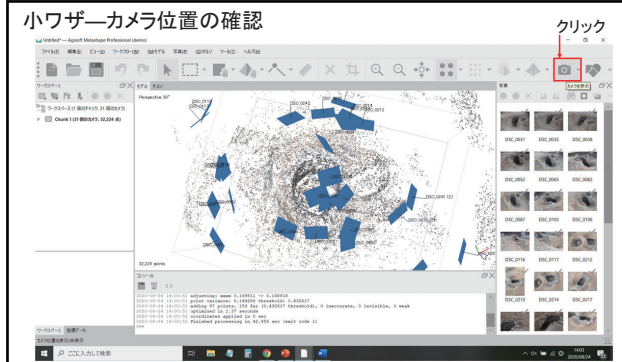
☆3Dモデルの基本操作



21

3Dモデルを操作するときのマウスの動かし方です。

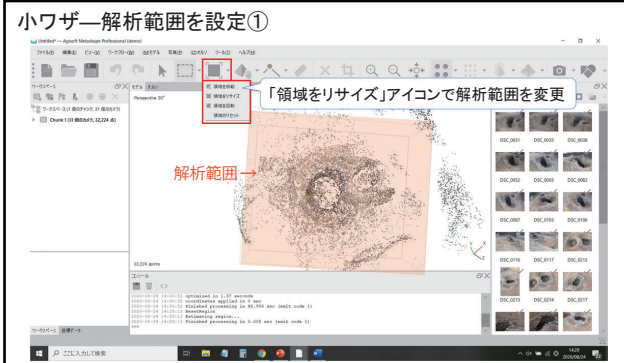
小ワザ—カメラ位置の確認



22

解析が終わると点群が表示されます。
写真の右上にチェックがつけましたか。全部あれば完璧。
カメラのアイコンをクリックすると、写真位置(ビューの青い四角)が表示されます。

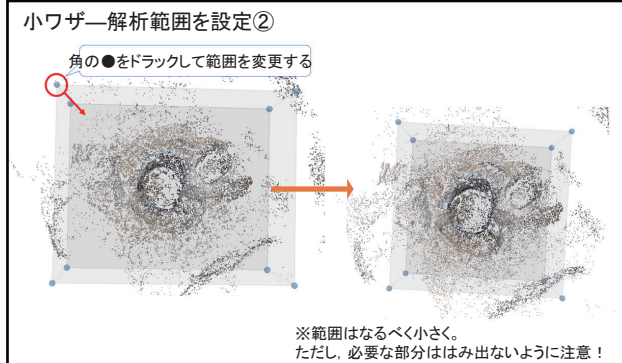
小ワザ—解析範囲を設定①



23

解析範囲は最小限にしたほうが処理が速くなるし、データが軽くなります。

小ワザ—解析範囲を設定②



24

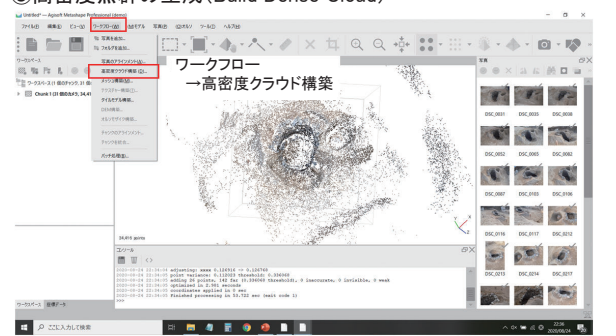
いろんな角度にぐるぐる回して、確認しましょう。必要な所を切ってしまうように。時間をかけて数百枚解析して、「あ、端っこが切れてた」となったら悲しいです。

③高密度点群の生成 (Build Dense Cloud)

25

次のステップです。今は粗い点群にすぎません。それをもとに高密度点群を生成させます。

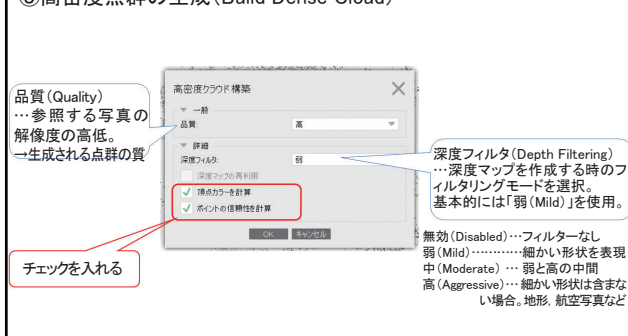
③高密度点群の生成 (Build Dense Cloud)



26

「ワークフロー」→「高密度クラウド構築」

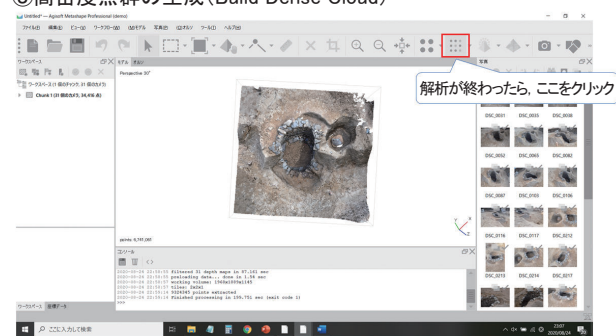
③高密度点群の生成 (Build Dense Cloud)



27

ここで、品質は「高」がデフォルト。ただし、パソコンのスペックに自信のない場合は「中」。「詳細」タブを開いて、2つともチェックが入っているか確認してください。

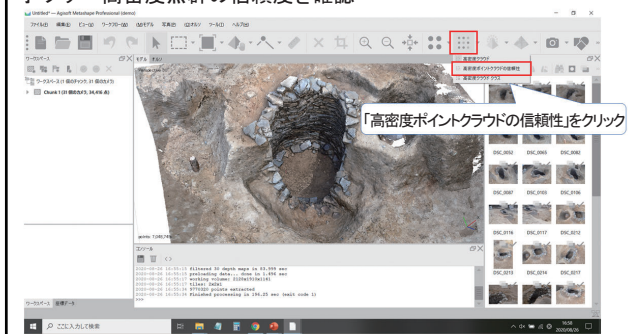
③高密度点群の生成 (Build Dense Cloud)



28

解析が終わったら、上のアイコンの細かい点々のところをクリックすると、高密度クラウドが表示されます。だいたいリアルになってきたと思います。ここで、くるくる回したり、拡大したりして遊んでみてください。

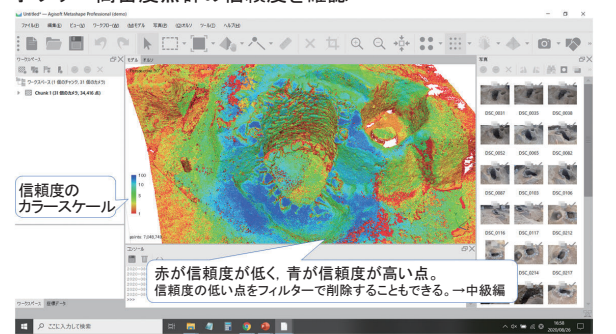
小ワザ—高密度点群の信頼度を確認



29

高密度クラウドの信頼度を確認できます。最近加わった機能です。「高密度クラウド」アイコン右にある▼をクリック。「高密度ポイントクラウドの信頼性」をクリック。

小ワザ—高密度点群の信頼度を確認



30

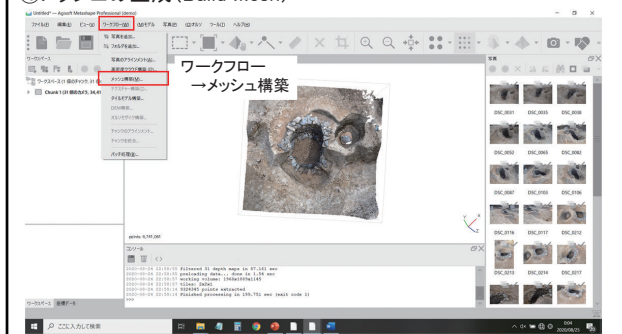
青が最も信頼度が高く、赤が最も信頼度が低い所。この機能によって、外れている点群のような（例えば草とか）信頼性の低いものを表示できるだけでなく、それを消したい場合に自動で消えます。

④メッシュの作成 (Build Mesh)

31

次のステップは、メッシュの生成です。
点群（座標をもった点の集まり）を、近いもの同士をつなぎ合わせて、面（メッシュ）の作成を行います。

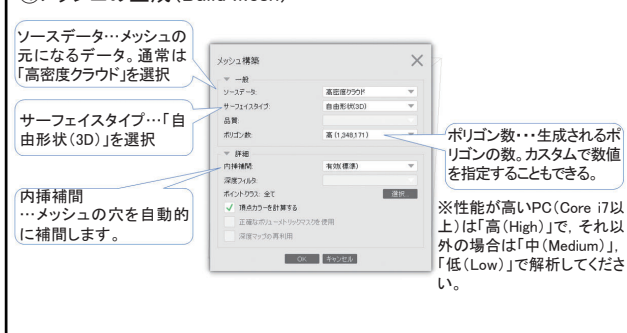
④メッシュの生成 (Build Mesh)



32

「ワークフロー」→「メッシュ構築」

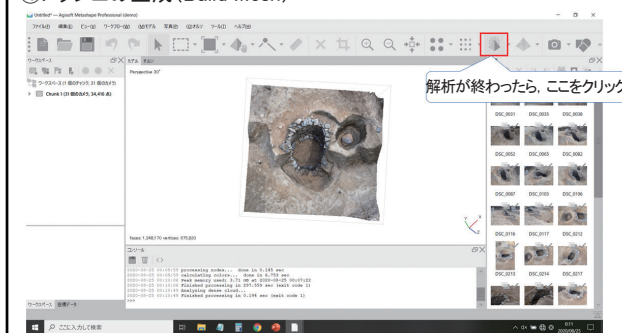
④メッシュの生成 (Build Mesh)



33

この図を見て、選択してください。

④メッシュの生成 (Build Mesh)

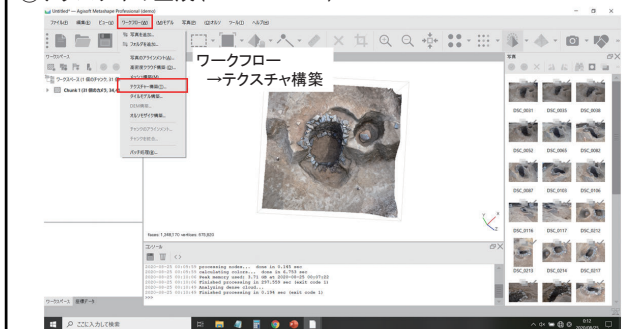


34

解析が終わったら、点々の右にあるピラミッドのアイコンをクリックすると、メッシュが表示されます。右の▼で、色を非表示にした「ソリッド」や「ワイヤーフレーム」表示ができます。切り替えて確認してみてください。

⑤テクスチャの生成 (Build Texture)

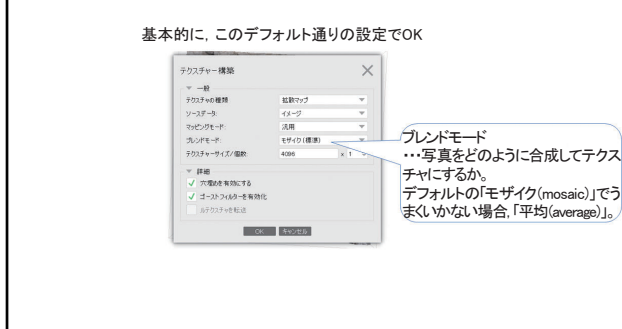
⑤テクスチャの生成 (Build Texture)



35

一気に最後のステップに行きます。テクスチャを作成します。
テクスチャは、メッシュに写真をうまくブレンドして貼った感じになります。
「ワークフロー」→「テクスチャ構築」

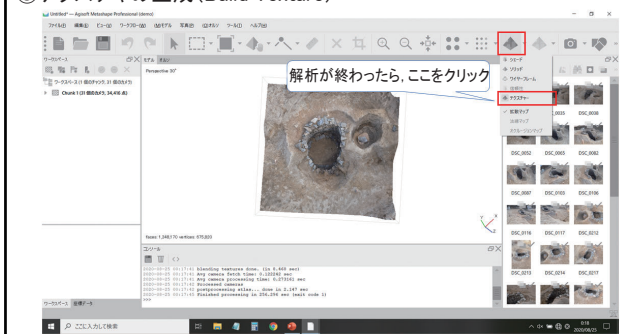
⑤テクスチャの生成 (Build Texture)



36

デフォルトの設定でOKです。

⑤テクスチャの生成(Build Texture)



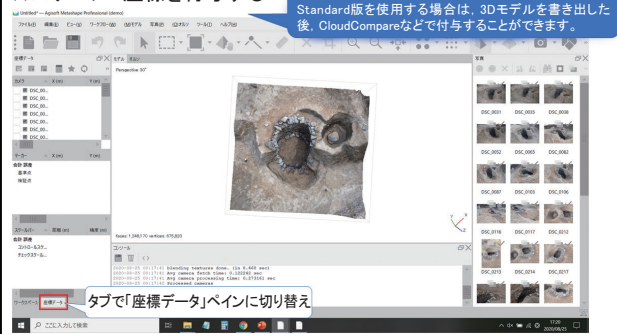
37

解析が終わったら、メッシュのアイコン右の▼から「テクスチャ」をクリックすると、テクスチャが表示されます。
見栄えがすると思います。

スケール座標を付ける場合

☆スケール・座標を付与する

この機能はPro版のみ使用できます。
Standard版を使用する場合は、3Dモデルを書き出した後、CloudCompareなどで付与することができます。

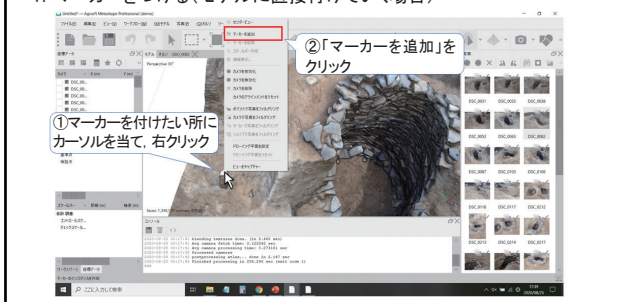


38

作成した3Dモデルへのスケール・座標の付け方です。
左端にある「座標データ」タブをクリックします。
※この機能はProfessional版限定です(Standard版を使用する場合は、3Dモデルを書き出した後、CloudCompareなどで付与することができます)。

☆スケール・座標を付与する

1. マーカーをつける(モデルに直接付けていく場合)

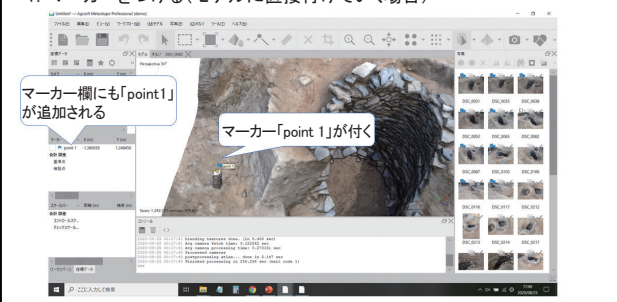


39

マーカーをつけたい所にカーソルを置いて右クリックし、「マーカーを追加」。

☆スケール・座標を付与する

1. マーカーをつける(モデルに直接付けていく場合)

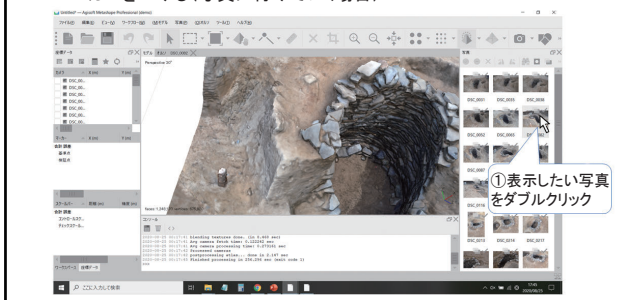


40

すると、モデルにマーカー「point 1」が付きました。
左のマーカー欄にも「point 1」が追加されます。
このようにして付けていきます。

☆スケール・座標を付与する

1. マーカーをつける(写真に付けていく場合)

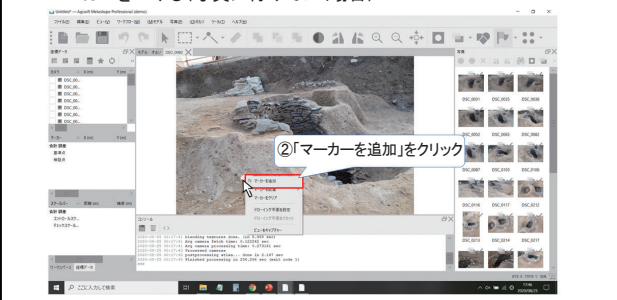


41

写真のほうで付けることもできます。
まず、ターゲットが写っている写真をダブルクリックして、表示します。

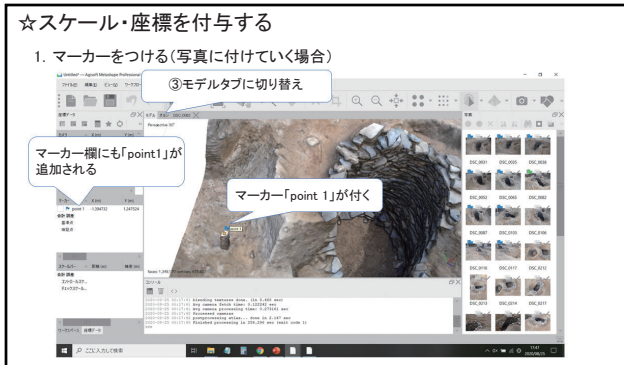
☆スケール・座標を付与する

1. マーカーをつける(写真に付けていく場合)

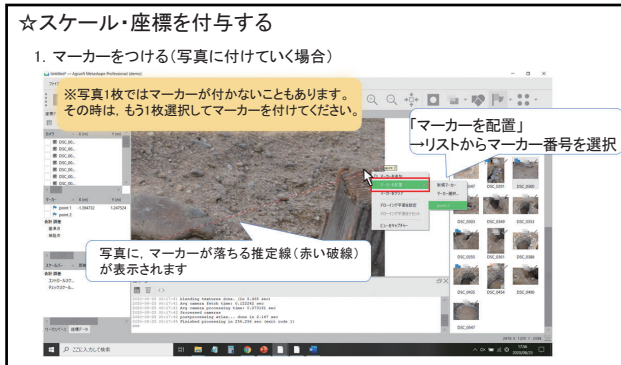


42

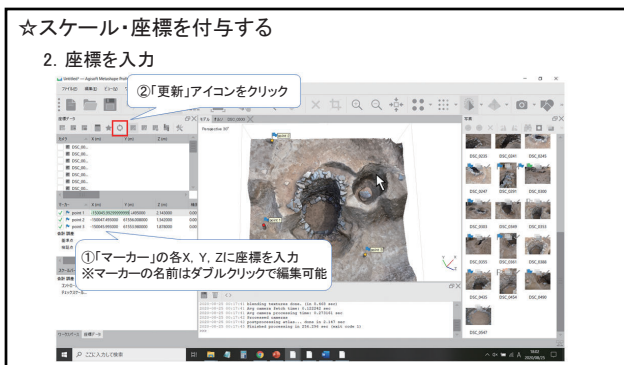
ターゲットにマウスを合わせて、右クリックします。
「マーカーを追加」をクリックすると、マーカー(旗のマーク)が表示されます。



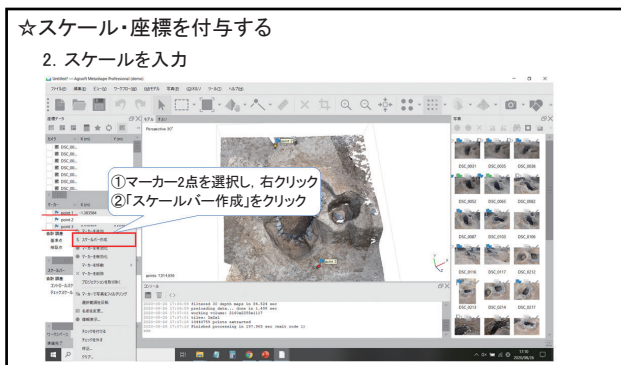
43
中央のビューの「モデル」タブで3Dモデルを表示すると、モデルにも旗が表示されます。また、「座標データ」ペインのマーカー欄にもマーカーが追加されます。
※マーカー名は自動で連番になりますが、任意の名前にも変更できます。



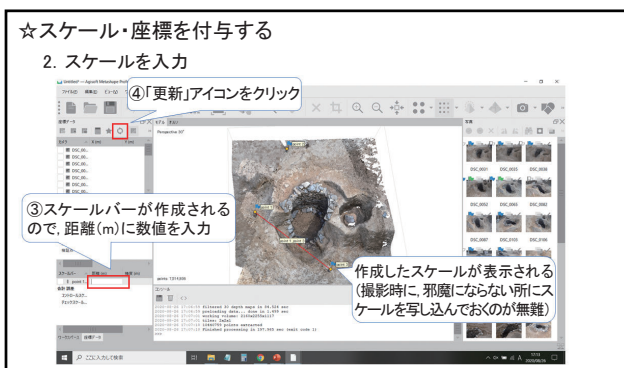
44
マーカーを追加しても表示されない場合は、他の写真でも同じ場所に同じマーカーを付けます。写真を表示し、ターゲットにマウスを合わせて右クリック。「マーカーを配置」のリストから該当するマーカーを選択します。



45
座標を入力する場合
マーカーのX, Y, Zに数値を入力します。
入力後に、「更新」アイコンをクリックします。



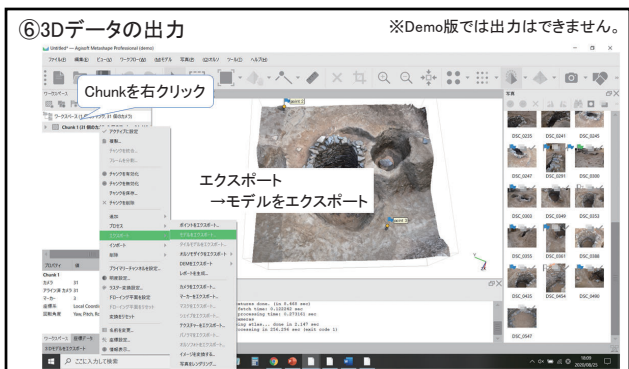
46
スケールを入力する場合①
マーカー2点を選択し、右クリックします。
「スケールバー作成」をクリックすると、マーカー欄の下にあるスケール欄に新しいスケールが作成されます。



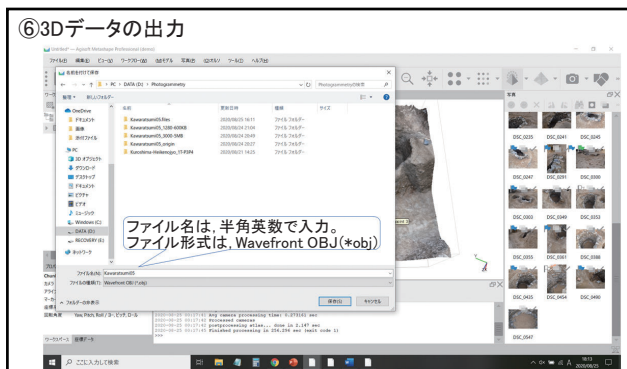
47
座標を入力する場合②
該当するスケールの「距離 (m)」欄に数値を入力。
「更新」アイコンをクリックします。
作成したスケールはモデル上に表示されます。



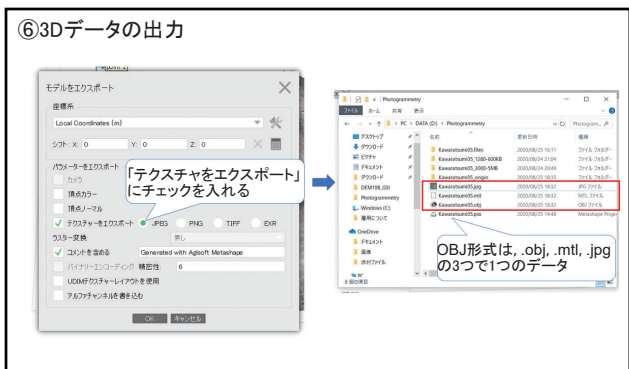
48
では最後に、作成した3Dモデルを出力します。



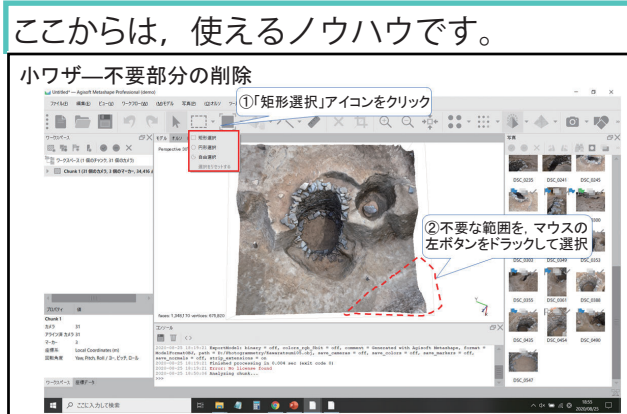
49
Chunkを右クリックして、「エクスポート」→「モデルをエクスポート」をクリックします。



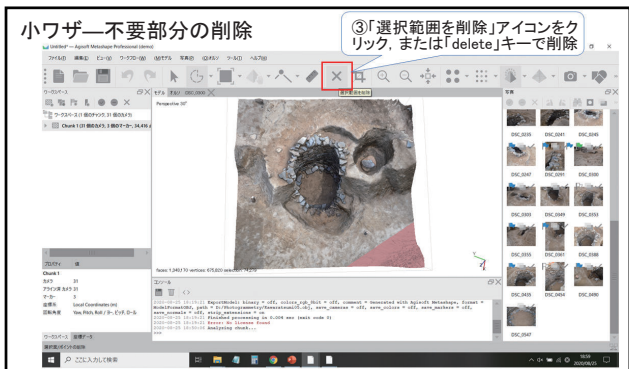
50
ファイル名は必ず半角英数で入力します。ファイル形式は、OBJがメジャーです。他はSTLやPLYなどがあります。



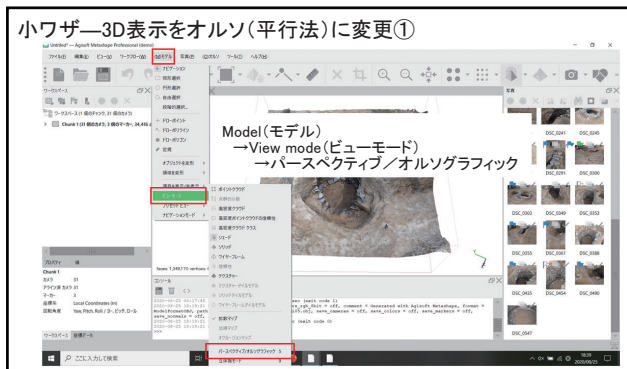
51
出力の際には、「テクスチャをエクスポート」にチェックを入れてください。なお、OBJ形式は「.obj」「.mtl」「.jpg(画像データ)」の3つで1つのデータです。基本的な流れは、ここまでで終了です。



52
ここからは、一連の流れに加えて、小ワザと申しますか、知っておくと便利、ぜひ知っておいていただきたいことをいくつかご紹介します。作成したデータで不要な所があったら、消せます。「矩形選択」アイコンで、四角・丸・自由選択が選択できます。



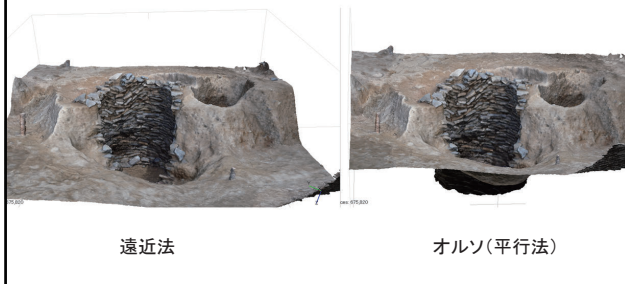
53
選択した範囲は、ピンク色で表示されます。「選択範囲を削除」アイコン、またはDeleteキーで削除します。



54
モデルの見え方を、必要に応じて遠近法か、ゆがみのないオルソ(正射画像)かに切り替えられます。「モデル」メニュー→「ビューモード」→「パースペクティブ(遠近法)／オルソグラフィック(平行法)」で切り替えます。

小ワザ—3D表示をオルソ(平行法)に変更②

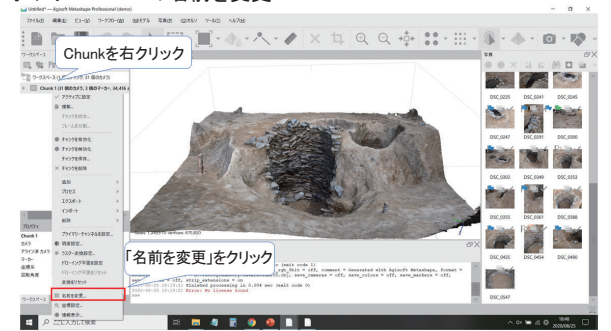
投影方法による見え方の違い



55

これが見え方の違い。
遠近法と、オルソではだいぶ印象が異なります。立体感があって奥行きをしっかりと感じられる画像か、ゆがみのない画像とするかは、目的によって使い分けましょう。

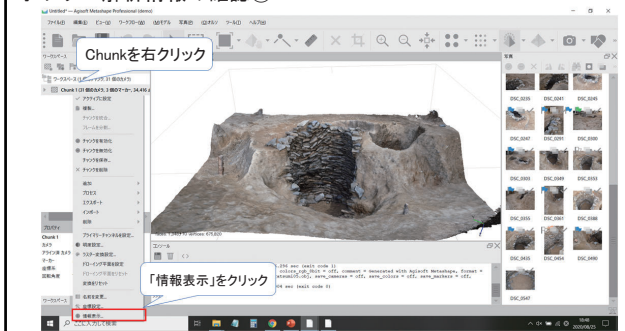
小ワザ—Chunkの名前を変更



56

Chunkの名前の変更は、Chunkを右クリック→「名前を変更」で編集できます。

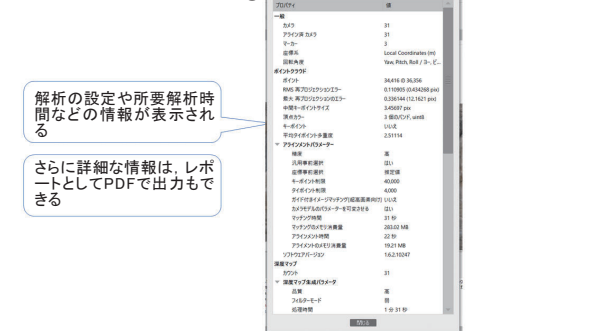
小ワザ—解析情報の確認①



57

解析したときの設定や結果などの情報を確認するには、Chunkを右クリック→「情報表示」をクリックします。

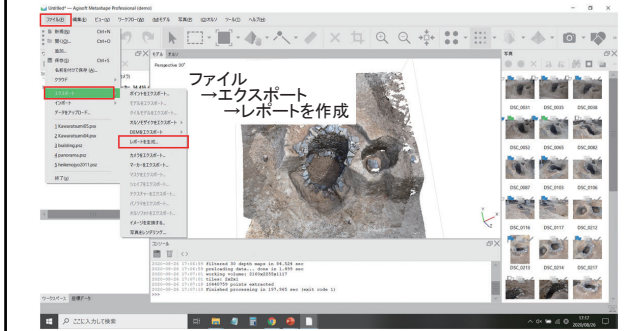
小ワザ—解析情報の確認②



58

解析した時の設定や所要時間などの情報を確認することができます。
また、さらに詳細な情報はレポートとしてPDFで出力できます。

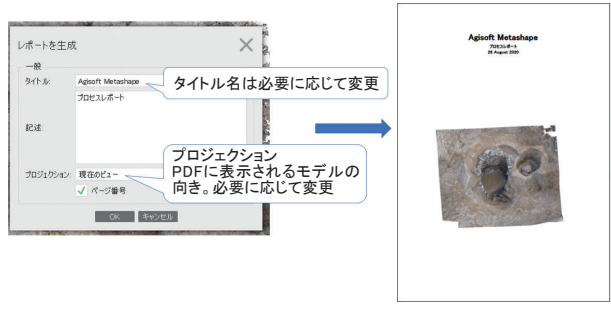
小ワザ—レポートの作成



59

レポートを作成する
「ファイル」メニュー→「エクスポート」→「レポートを作成」をクリックします。

小ワザ—レポートの作成



60

「レポートを生成」ダイアログで、タイトル名を入力します。OKでPDFが出力されます。