

現地非破壊調査と 3次元モデル作成について

[目 次]

- 1. 現地非破壊調査
 - (1) 調査の目的 1
 - (2) 調査手法 1
 - (3) 調査範囲 2
 - (4) 計測データ 2
 - (5) 調査結果 (まとめ) 7
- 2. 3次元モデル作成
 - (1) 3次元データ作成 8
 - (2) データ作成の流れ 8
 - (3) CIMモデル作成状況 10

令和6年度第4回
広島城天守の復元等に関する検討会議
令和7年 2月 6日

1. 現地非破壊調査

(1) 調査の目的

広島城天守の復元等に当たっては、その蓋然性の考証が不可欠であるが、そのためには遺構の調査が重要となる。

蓋然性の考証に係る手順は以下のとおり

ステップ1：文献資料の調査、検討

既存の文献資料の確認状況は以下のとおり

- ・天守～廊下の一部は保存図と各面の古写真が複数枚確認されている。
- ・小天守～廊下の古写真は東小天守～東廊下～天守を撮影した1枚のみであり、建造物の前面には樹木があり全体像の把握は難しい。南小天守～廊下の古写真は確認されていない。
- ・絵図、指図においては、天守と東小天守～東廊下、南小天守～南廊下がかつて存在したこと、階数、破風等の概要は把握できるが、建造物の規模、仕様等について情報を得ることは難しい。

現在、天守と廊下の一部については蓋然性の考証が可能な文献資料が確認されているが、東小天守～東廊下については、古写真1枚と乏しい状況である。南小天守～南廊下についてはこれまで資料が確認されていない。

ステップ2：遺構の調査

広島城天守の復元等に当たっては、遺構の発掘調査により建造物の規模、構造等の考証を行う必要がある。発掘調査は事前に位置、範囲等の調査計画を作成し、国指定史跡の場合は文化庁との協議、許可が必要となる。効果的、効率的な発掘調査を行うためには、非破壊調査による地中遺構の大まかな把握が有効であり、今回、地中レーダ探査を実施した。なお、レーダ探査は「地中に何かあるかもしれない」程度の計測レベルであり、蓋然性の考証に当たっては、今後、発掘調査が不可欠となる。

(2) 調査手法

地中レーダ探査により、広島城天守台とその周辺の関連遺構の探査を行った。地中レーダ探査は、地中に電磁波を発信し、地中に存在する反射物（地層境界、遺構、空洞など）からの反射を捉えることで、地下の状況を非破壊で調査する手法である。図1-1に、地中レーダ探査の測定模式図を示す。

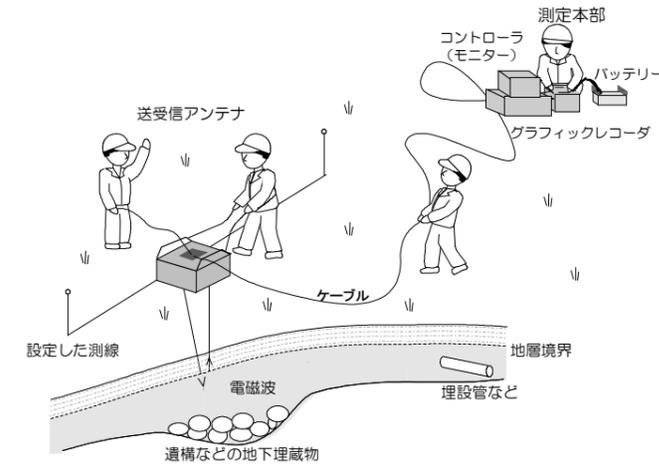


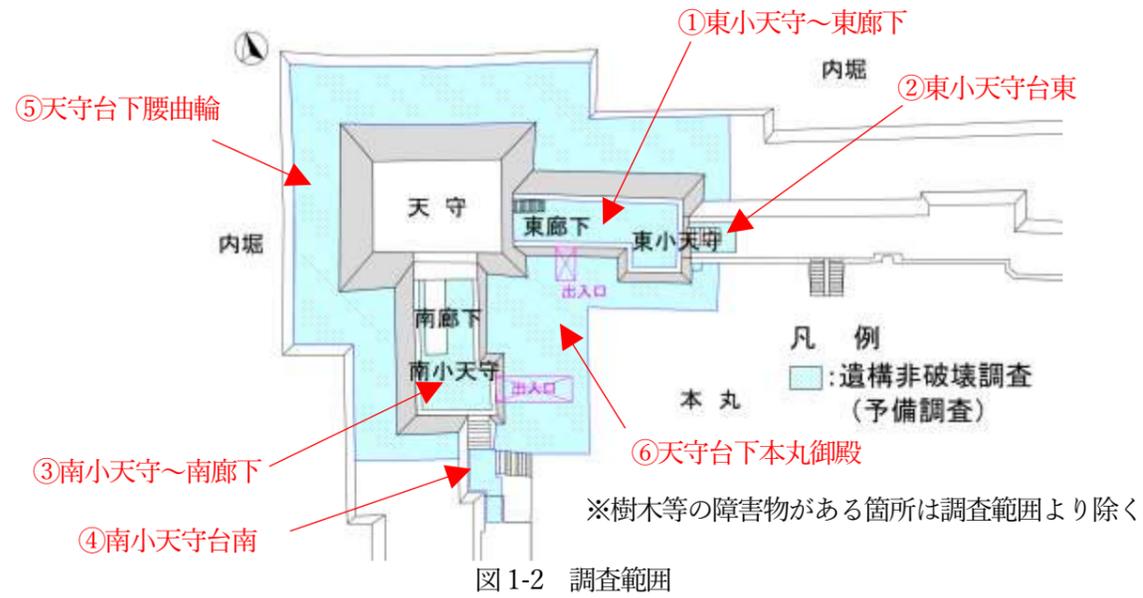
図1-1 地中レーダ探査 測定模式図

表1-1に、本業務で使用する地中レーダ探査装置の仕様を示す。使用するアンテナは、文化財調査で一般的に使用される周波数400MHzのアンテナとする。

表1-1 地中レーダ探査装置の仕様

名称	仕様
探査装置 SIR-3000 (米国・GSSI社製)	プロセッサ : 32ビット
	チャンネル : 1ch 送受信
	時間レンジ : 0～80,000ns
	スキャンレート : 150 スキャン/秒
	A/D 分解能 : 8ビット/16ビット
	データ保存 : 内蔵ハードディスク
	モニター : 8.4インチTFT800 x 600カラーディスプレイ
	電源 : 内蔵DC10.8Vバッテリー
	外形寸法 : 31.5×22.0×10.5cm
重量 : 4.1kg(バッテリー含む)	
アンテナ Model 5103 (米国・GSSI社製)	中心周波数 : 400MHz
	外形寸法 : 30×30×17cm
	重量 : 約5.0kg

(3) 調査範囲



作業状況



①東小天守～東廊下



②東小天守台東



③南小天守～南廊下



④南小天守台南



⑤天守台下腰曲輪



⑥天守台下本丸御殿

(4) 計測データ

実施した地中レーダ探査は地盤面に電磁波を発信しその反射波を捉えることで、地中の反射物（地層境界、遺構、空洞など）を捉える技術であることから、その計測データは図 1-3 に示すような深度方向の断面データとなるため、その断面データを平面データに変換し、以下のとおり、各深度毎の平面図となる深度スライス画像(図 1-4)を作成した。

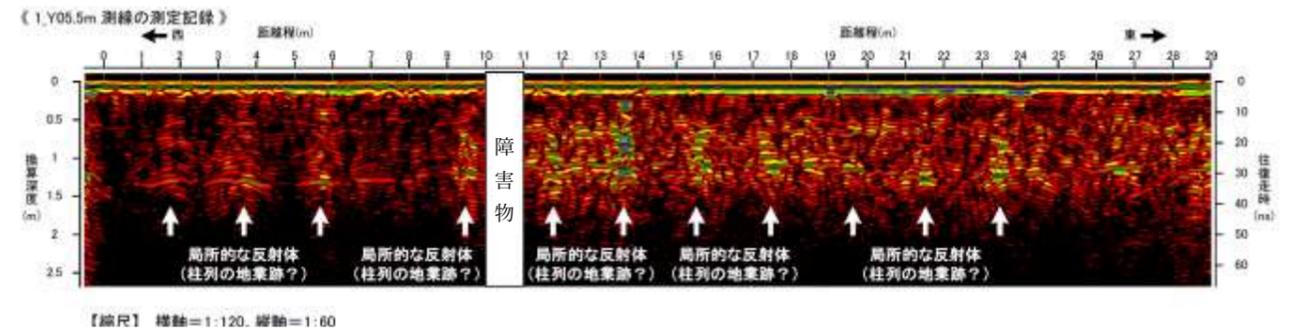


図 1-3 レーダ探査成果 (断面データ)

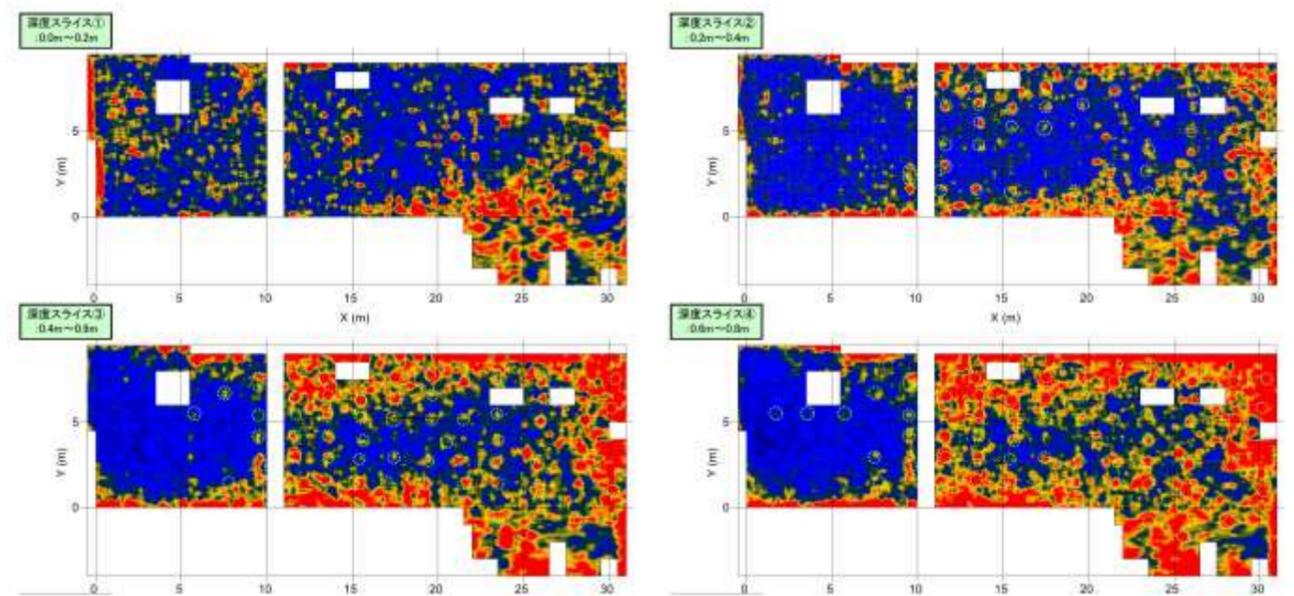
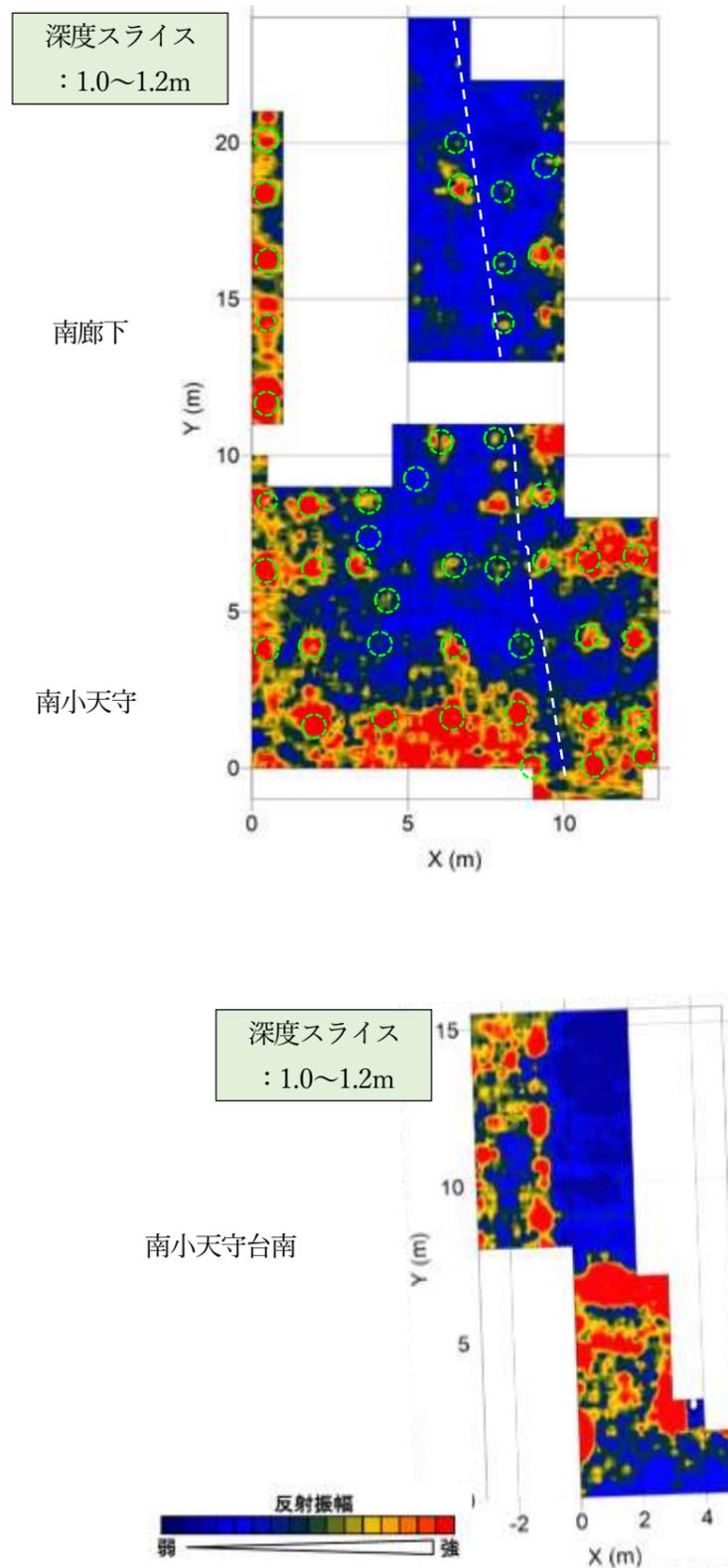


図 1-4 レーダ探査成果 (深度スライス画像 (平面図))

各調査箇所の深度スライス画像と検出結果平面図を図 1-5～8 に示す

③南小天守～南廊下 ④南小天守台南



考察等
 南小天守～南廊下
 ア局所的な反射体が等間隔で検出されており、『柱穴 (地業跡)』と推定される。検出間隔は東西方向で1.8m～2.3m、南北方向で1.8m～2.5mの間隔であり、換算深度は上端が地下浅部、下端は1.5m前後であり、『礎石』の残存が推定される箇所もある。
 イ石垣沿いに検出された反射像は、築石背面の『栗石層』と推定される。南端と西端は特に幅が広がっており、造成に違いがあると考えられる。
 南小天守台南
 ウ『埋没石垣』と推定される反射パターンが2箇所検出された。この埋没石垣の北東側は反射振幅が弱いことから均質な土と考えられ、比較的新しい時期の盛土の可能性はある。

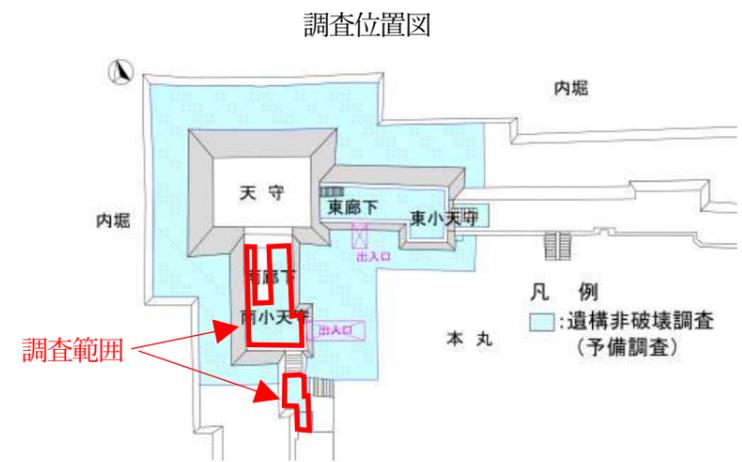
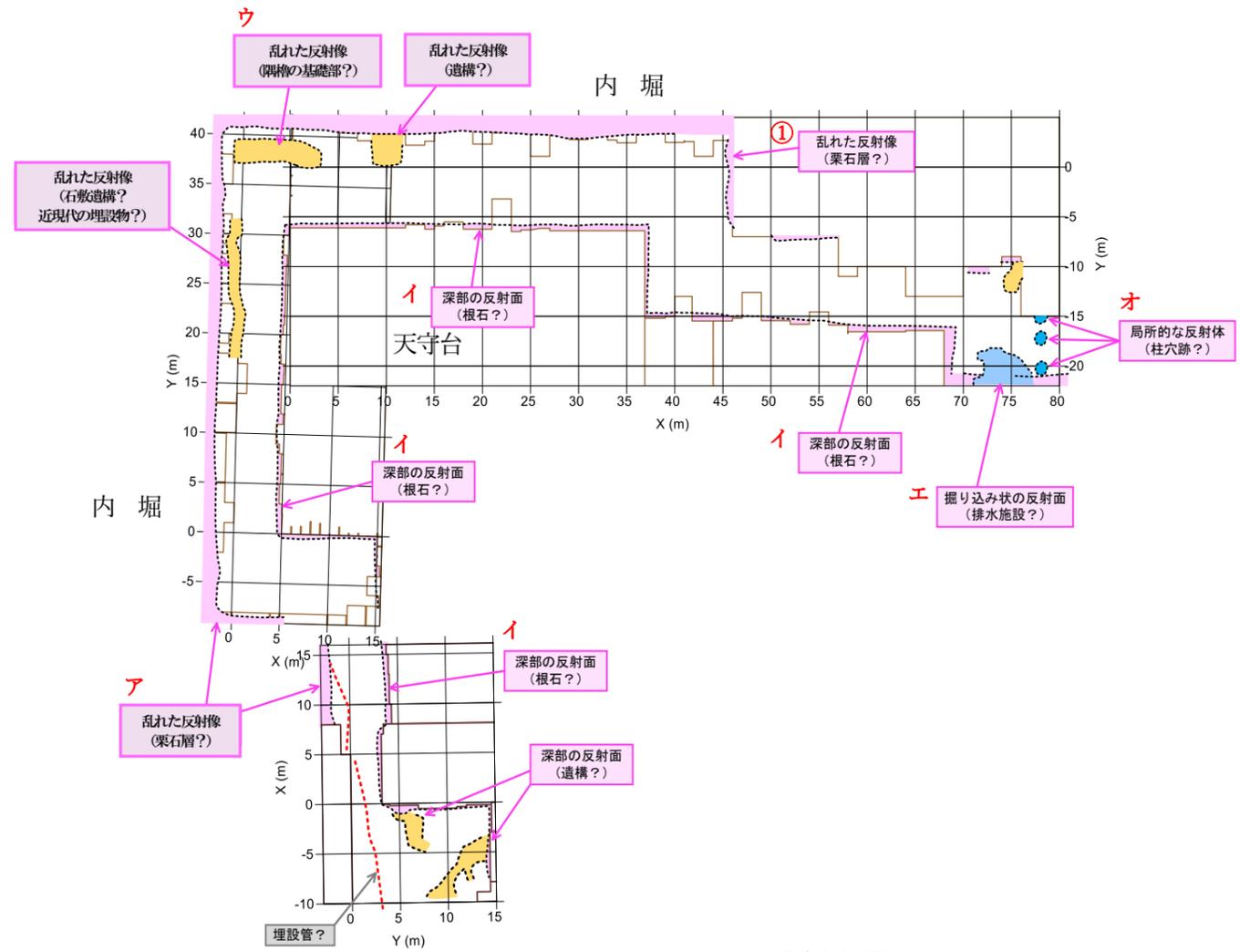
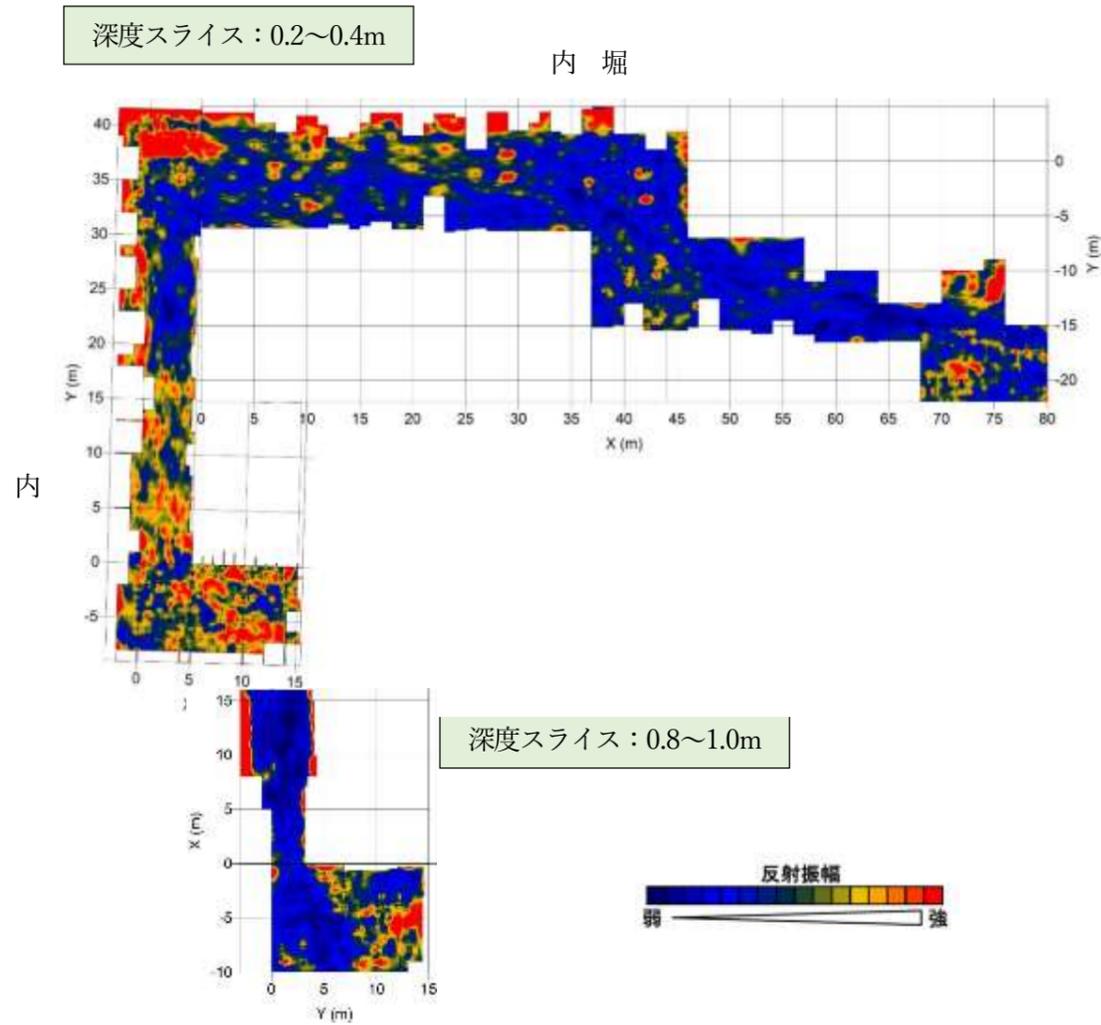
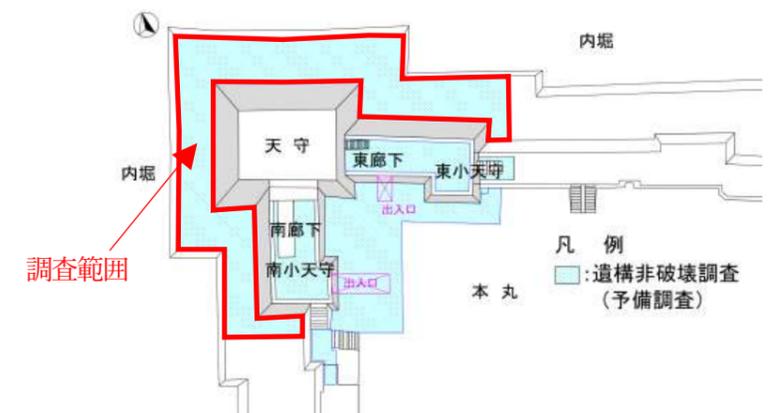


図1-6 レーダ探査成果 (南小天守～南廊下・南小天守台南)

⑤天守台下腰曲輪



調査位置図



考察等

ア石垣沿いに検出された反射像は、築石背面の『栗石層』と推定される。栗石層の幅は比較的均一とみられる。

イ天守台石垣下~小天守石垣下において検出された反射パターンは、石垣の『根石』の可能性はある。検出した換算深度は上端が地下浅部、下端は1.5m 前後である。

ウ北西隅で検出された反射パターンの分布形状は長軸9m・短軸2.5mの長方形である。検出位置から勘案すると『隅櫓の基礎部』の可能性はある。櫓としては短軸が短いと考えられるが、正保城絵図等によると本丸四隅の隅櫓のうち北西隅だけ小さく描かれており、小規模な櫓だった可能性もある。

エ腰曲輪の東側において検出された掘り込み状の反射面が検出され、当該箇所へ接する東廊下石垣面には“排水口”があることから、『水落し』などの排水施設とも考えられる。

オ腰曲輪の東端において『柱穴跡』の可能性のある反射パターンが検出され、腰曲輪を区画する構造が存在していた可能性もある。

図1-7 レーダ探査成果 (天守台下腰曲輪)

⑥天守台下本丸御殿

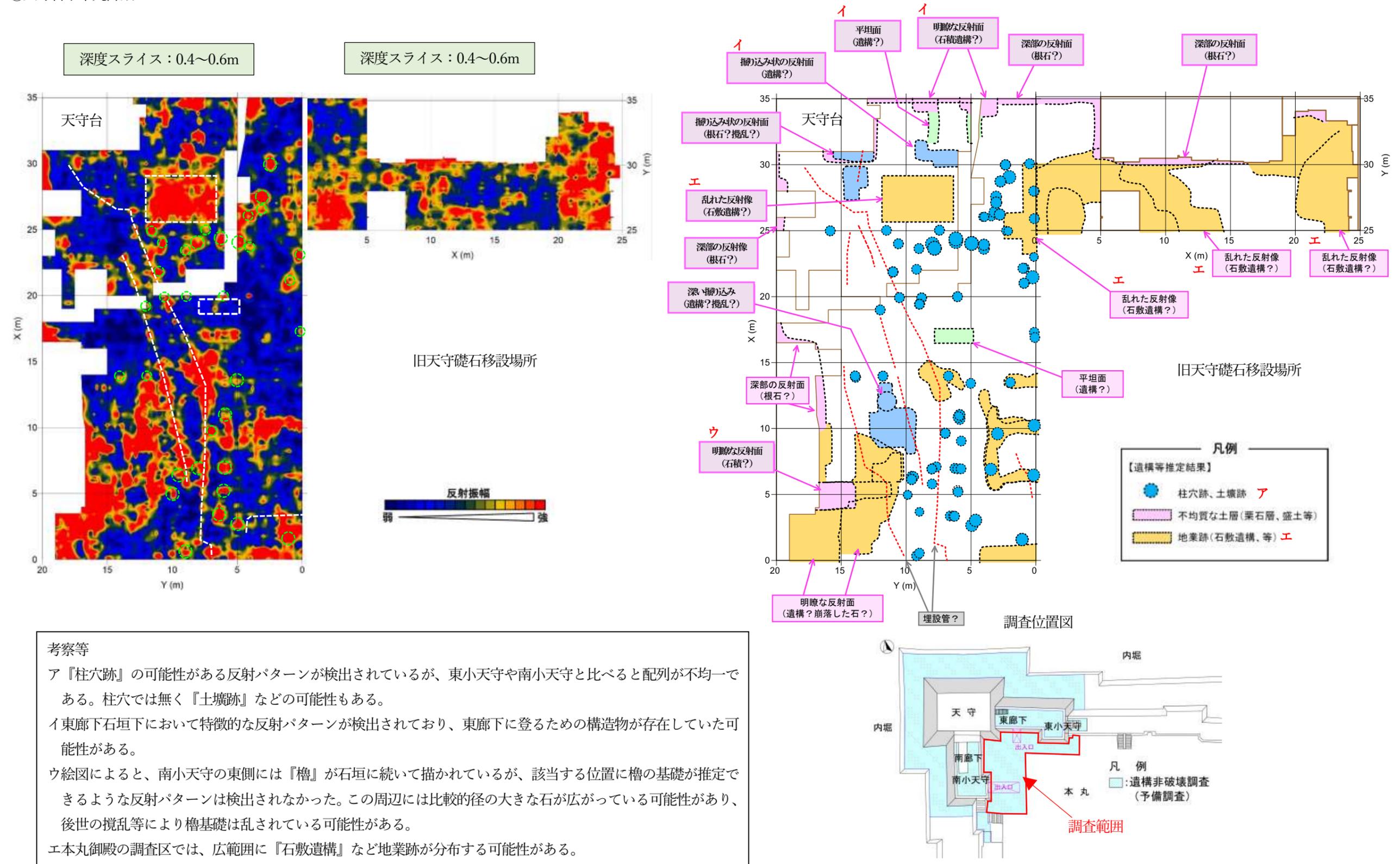


図1-8 レーダ探査成果(天守台下本丸御殿)

(5) 調査結果 (まとめ)

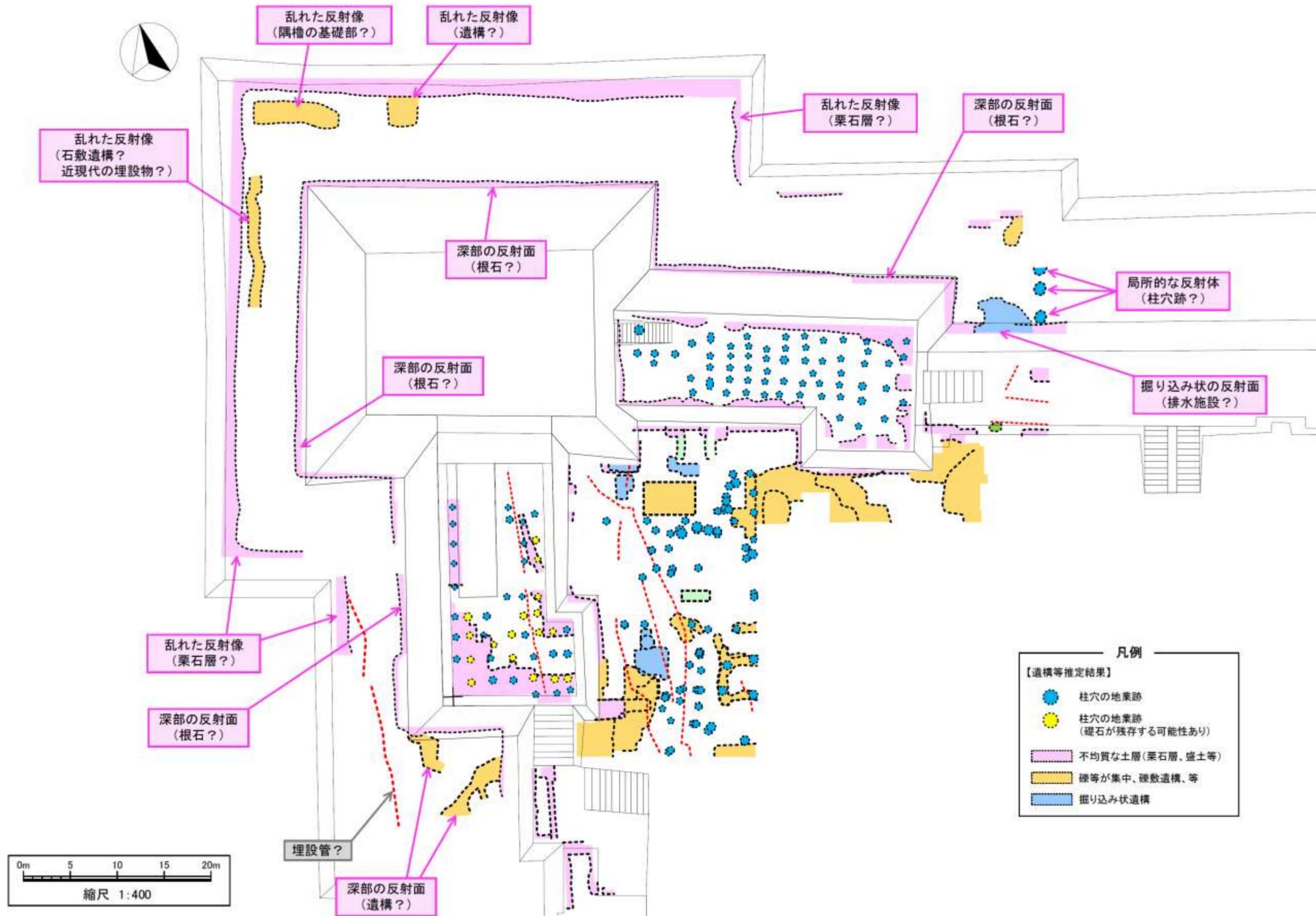


図1-9 レーダ探査結果 (全体図)

2. 3次元モデル作成

(1) 3次元データ作成

広島城天守群の復元等に当たり、地形等が把握できる図面を作成するための基本データとして3次元モデル(CIMモデル)の作成を行う。

3次元モデルは既存の3次元点群データ、令和5年度予備調査で実施した3次元補完測量(空中写真測量)のデータおよび内堀石垣を対象に追加実施した3次元レーザ計測により得られた点群データから図2-1に示す範囲を対象として作成する。

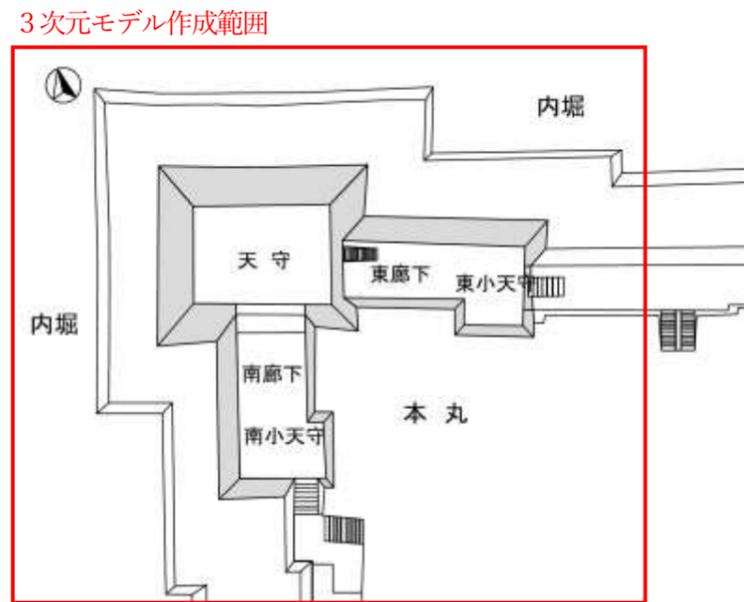


図2-1 3次元モデル作成範囲



大天守台を対象として計測された点群データ
(広島城天守台石垣現況調査業務 R4.3)

東・南小天守台を対象として計測された点群データ
(広島城小天守台等石垣現況調査業務 R5.3)



内堀石垣を対象として計測された点群データ(令和5年度現地予備調査)

↓ 3時期のデータを合成し、不要情報を除去

(2) データ作成の流れ

① 3次元点群データの合成と不要物の除去

「広島城天守台石垣現況調査業務(R4.3)」、「広島城小天守台等石垣現況調査業務(R5.3)」および令和5年度の子備調査時に取得した各点群データを合成し、モデル作成対象範囲を抽出するため樹木等の不要情報を除去する。

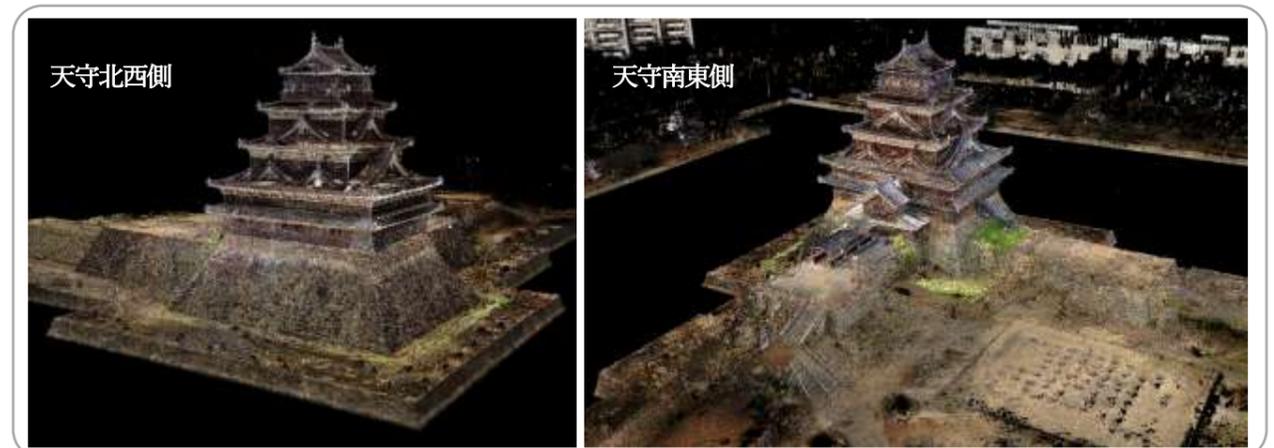


図2-2 点群データの処理の流れ

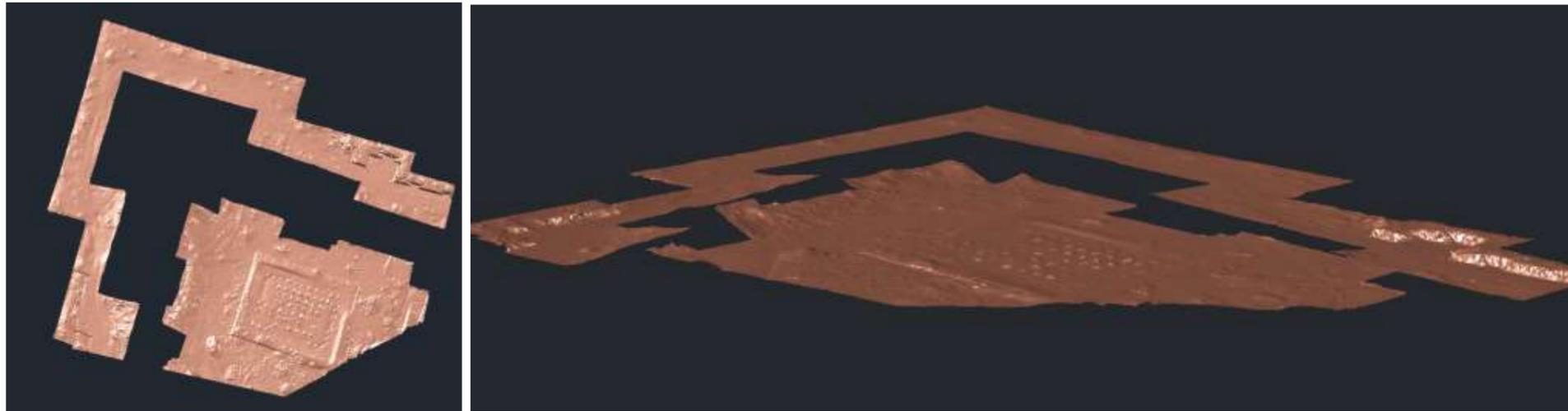
②空中写真測量により作成したデータの不要物除去

「広島城天守台石垣現況調査業務（R4.3）」、「広島城小天守台等石垣現況調査業務（R5.3）」および令和5年度の予備調査時に取得した画像からテクスチャ付きの3次元モデルを作成し、モデル作成範囲を抽出するため、樹木等の不要情報を除去する。

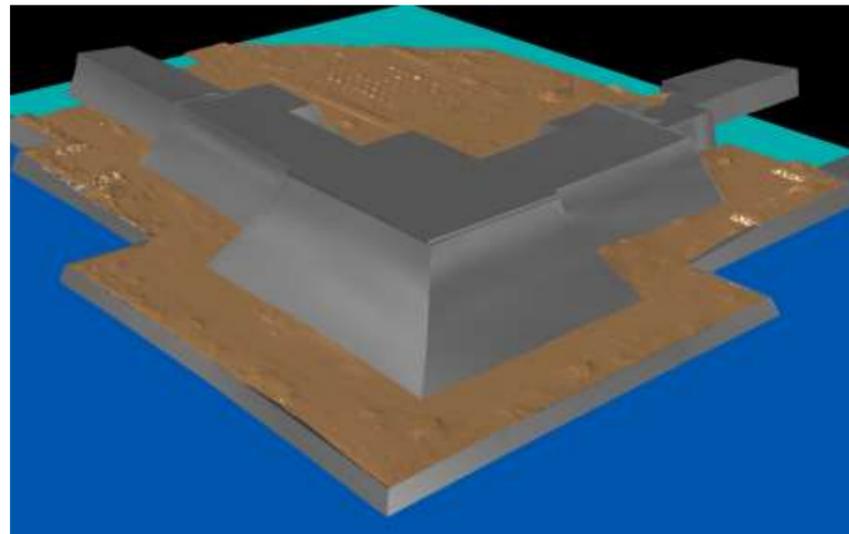


図2-3 テクスチャ付き3次元モデルの処理の流れ

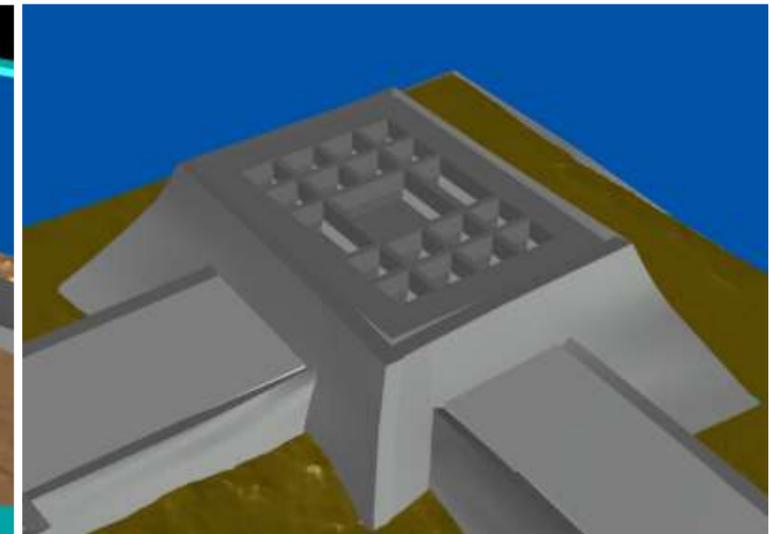
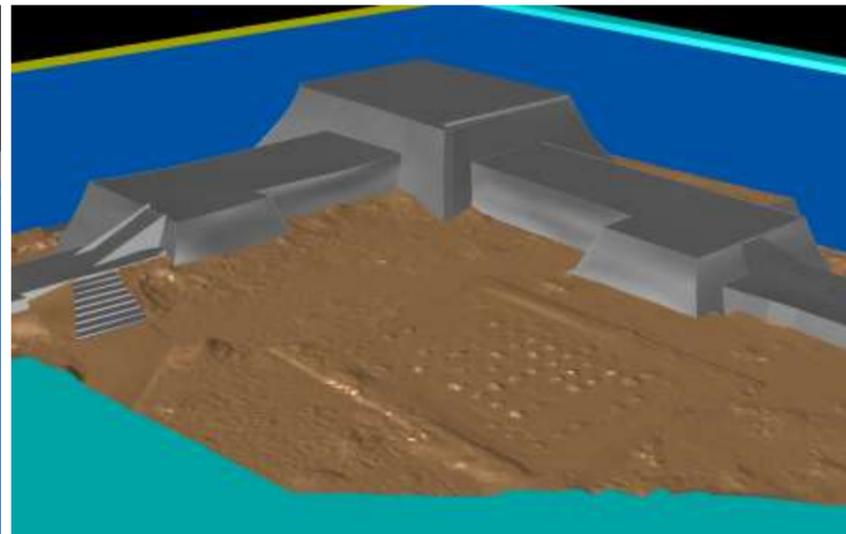
(3) CIMモデル作成状況



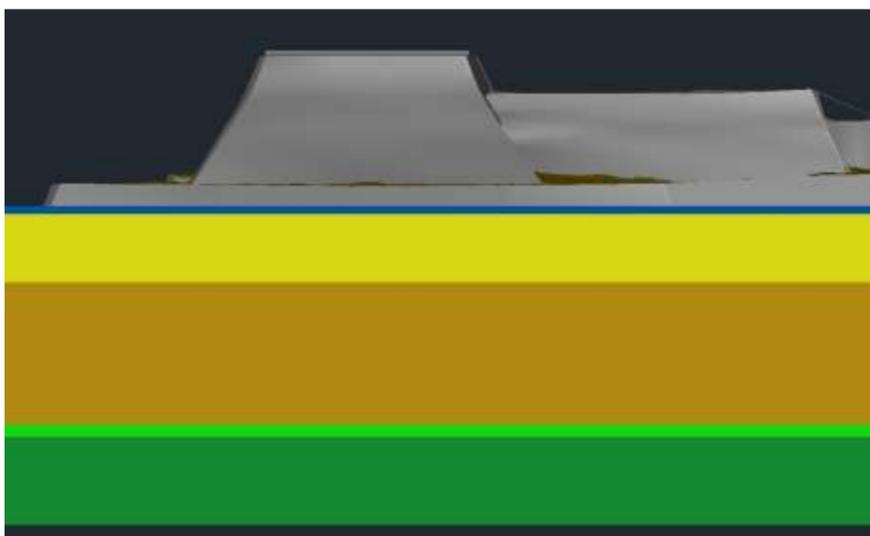
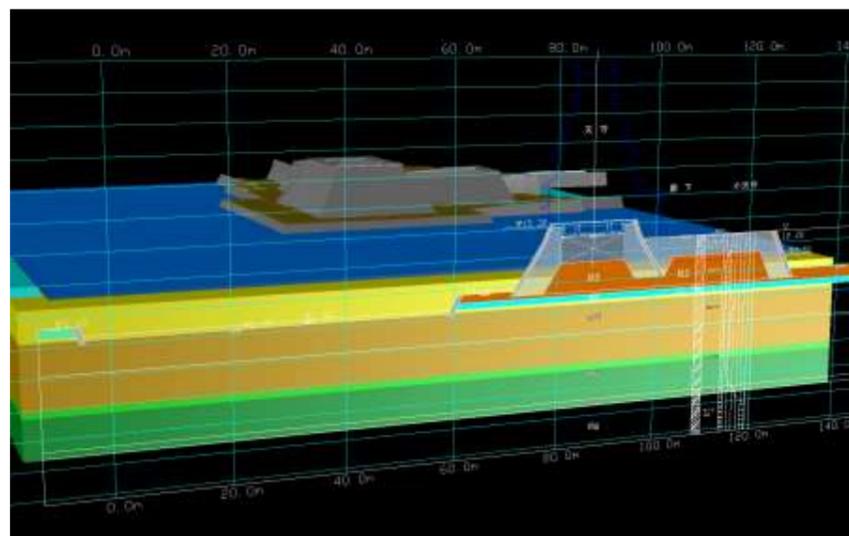
地表面のデータは3次元点群データから作成（地面の凹凸は正確に表現）



各石垣の座標値は、3次元点群から抽出し、おおまかな形状を再現



天守台内部の構造は、現天守構造図を参照し作成



GL以下のモデルは基礎地盤検討モデルで作成した図面を参照して作成