文化財保存活用課

令和 3年 2月26日

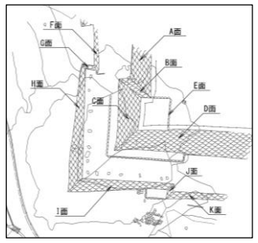
丸亀城管理室だより　No.8

石材位置の特定は順調

丸亀城の石垣は貴重な文化財です。崩落した石材は原位置（元の場所）に戻さなくてはなりません。復旧現場を見た方から、「本当に戻せるの？」「どうやって石を見分けるの？」などの質問が寄せられます。工事の進ちょくは６ヵ月遅れですが、色んな作業を進め、遅れをカバーしながら頑張っています。

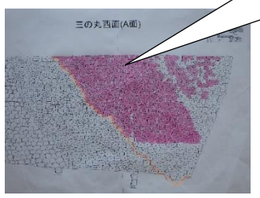
下の写真はこれまでの調査で特定できた石材に着色したものです。土に埋もれている石や崩落時に割れてしまった石は未特定ですが、復旧石材のうち半数以上の石材は位置特定が終わっています。

これらの作業に役立っているのが**「マッチングシステム」**です。画像処理による顔認証技術を応用し、石材位置を特定する技術を**「マッチングシステム」**石材を特定する作業を**「マッチング」**と呼びます。石材位置の特定は、見つけるスピードよりも精度が重要です。マッチングシステムを活用することで見間違いによるミスを防ぎ、コンピューターが定量的に（数値や数量で具体的に表すこと）判定し、石材の元の位置を特定します。このような技術も活用し、復旧石材 約 6,000 石の位置特定を進めています。

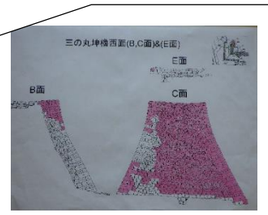


【各面の名称】

ピンク色が位置特定の終わっている石です。

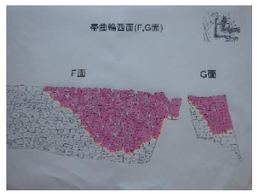


【三の丸　Ａ面】

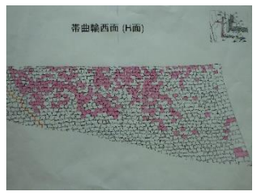


【三の丸　Ｂ面、Ｃ面、Ｅ面】

【三の丸　Ｄ面】

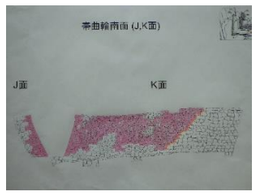


【帯曲輪　Ｆ面、Ｇ面】



【帯曲輪　Ｈ面】

【帯曲輪　Ｉ面】

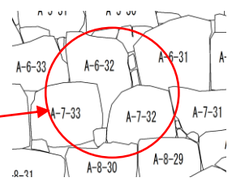


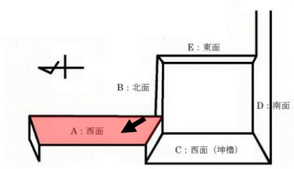
【帯曲輪　Ｊ面、Ｋ面】

石材のナンバーリング

過去の修復や、これまでの三の丸石垣修復計画などにおいて、崩落したＡ面からＫ面までの石材には、ナンバーリングのルールに基づいた固有の番号が付けられています。

■三の丸西面の例





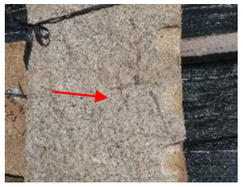
	面番号	段数	番号	始まり	
西面	１段目	⇒ Ａ － １	－ １	南 から	１番目
	２段目	⇒ Ａ － ２	－ ２	〃	２番目
	３段目	⇒ Ａ － ３	－ ３	〃	３番目
	４段目	⇒ Ａ － ４	－ ４	〃	４番目
	５段目	⇒ Ａ － ５	－ ５	〃	５番目

墨の力

解体・回収した石材は、石材カルテを作成し、石に番号を記入します。石材置場は屋外のため、雨などで番号が消えてしまわないように、ガムテープ、木札、墨で記録しています。３種類のうち一番消えにくいのは墨です。出現した埋没石垣１の中から「六」と書かれた石が出てきました。「六」が何を表しているのかわかりませんが、昔の人の智慧はすごいですね。

【石材番号記入の様子】

【ガムテープ・木札・墨で記録】


【「六」と書かれた埋没石垣】

えぼし石垣の上面シート

２月２２日、応急対策工事から約１年８ヵ月ぶりにえぼし石垣の上面シートをはがしました。えぼし石垣はすべり崩壊した三の丸坤櫓台跡の先端部で、応急対策工事において不安定な石を解体した後、雨水の浸透を防ぐため、防水シートを張っていました。坤櫓台跡は石垣の形を保ったまま崩落しており、築城当時の情報が詰まっています。平成１６年の発掘調査では、櫓台上部が築き直されていることがわかっており、今後、解体しながら礎石（建物の基礎となる石）の確認や、復旧に必要な記録・調査を行います。

【シートをはがす様子】

【崩落前の三の丸坤櫓台跡】

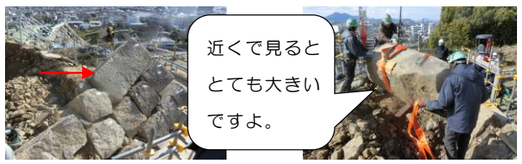
刻印石発見

解体中の三の丸石垣西面の２７段目から「〇三つ」の刻印が入った築石が２石見つかりました。同じ段で複数見つかることは珍しく、解体中に確認された５～６の刻印石のうち、「田」の１石を除いた残りは「〇三つ」の刻印で、同一種の刻印が集中していることから、丸亀城にも石工集団の「組」を物語る可能性が高いのではないかと考えています。

【〇三つの刻印】

重量チャンピオン

三の丸ＢＣ面角の石垣を解体しました。崩落せずに残っていましたが、崩落前後の比較で下にずれているため、解体することになりました。石の重さは３．６トンで、これまでに解体した中で一番重い石でした。



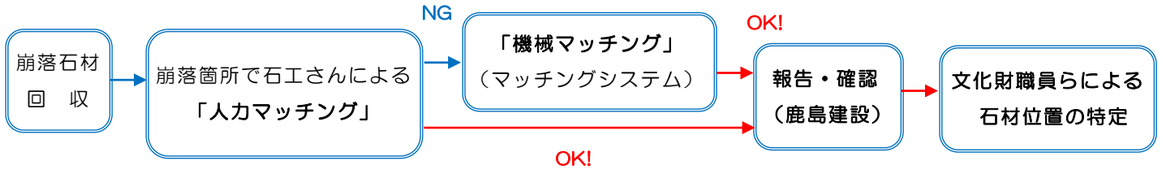
★お城のおばあちゃん

丸亀市にお住まいの十河博子さんから絵手紙をいただきました。十河さんは、スケッチした花や小鳥を絵手紙に描き、お城を訪れた方との交流を深め、「お城のおばあちゃん」と呼ばれて親しまれています。

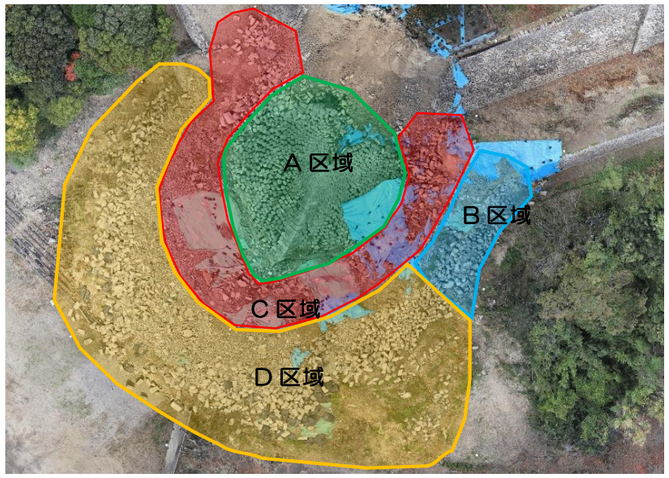
いただいた絵手紙を石垣復旧ＰＲ館に飾っていたところ、十河さんの目に留まり、復旧工事のために新しい絵手紙を描いてくださいました。

作　成：丸亀市教育部　文化財保存活用課
丸亀城管理室　℡0877-23-2107

崩落石材の位置特定まで



■グループ分け



この写真は、崩落部を A 区域から D 区域に分けたものです。

A 区域（えぼし部分）と B 区域（帯曲輪南部分）は石材がまとまって滑っているため、「人力マッチング」により、目視で元の位置を特定します。

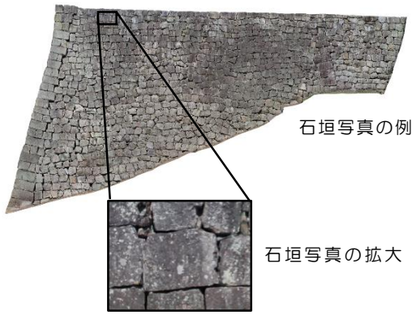
C 区域と D 区域は石材が散乱しており、「人力マッチング」が困難なため、「マッチングシステム」を活用して元の位置を特定します。

【崩落石材回収・人力マッチングの様子】

■準備工

親データ

- 崩落前の石垣写真データの収集、選定を行います。
- マッチングの精度に影響するため、鮮明な写真を収集します。
- 樹木や建造物などがない、石垣の真正面から撮影した写真を選定します。



子データ

- 崩落後の石材の正面写真を撮影します。
- 石材の正面に影が映らないようにします。
- 他石材との重なりを少なくして、石材の輪郭をわかりやすく撮影します。
- 石材の経年汚れや苔は、画像処理の貴重な情報のため、石材撤去から撮影まで短時間で行います。

石材写真の例
（石材加工の跡があります。）

■石材回収後の調査手順

1．解体･洗浄

2．寸法･特徴調査

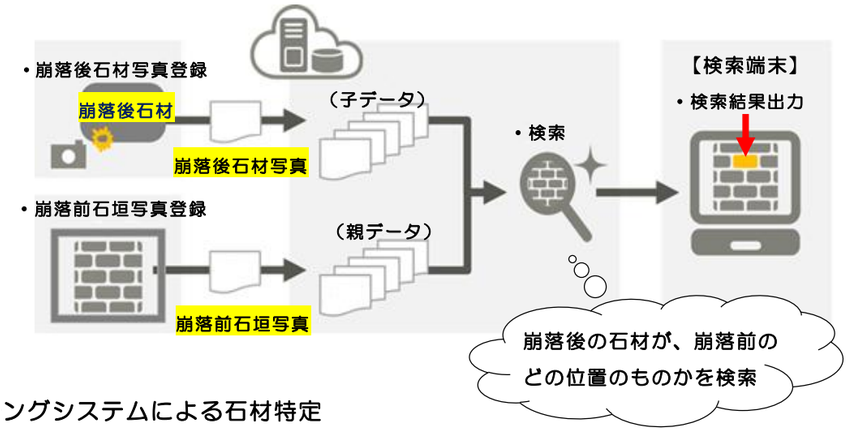
3．石材撮影

4．劣化状況調査

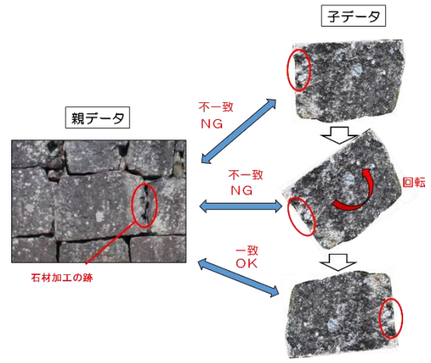
5．重量調査

マッチングシステム

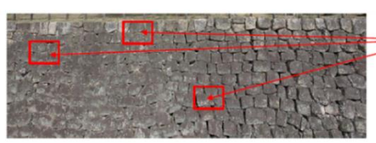
崩落石材の位置特定は、それぞれの石材の特徴を見分けることがポイントになります。丸亀城の石垣は「打ち込み接（ハギ）」で同じような正面形状をしているものが多いため、大量の崩落石材の中から目視で一石ずつ候補を絞り込むことは困難です。そこで、人の表情を認識する顔認証技術を応用したマッチングシステムで石の凹凸などを数値化した、崩落前の石垣の正面写真「石の顔（親データ）」と、崩落後に撮影した「崩落後石材写真（子データ）」の画像の比較を繰り返し行い、類似度の高い画像を特定します。コンピューターが石材の特徴的な形状・外観を絞り込むため、機械でマッチングができなくても、絞り込まれた候補の中から目視でマッチングすることができます。



■マッチングシステムによる石材特定



コンピューターを使い、子データを少しずつ回転させて親データとのマッチングを行います。マッチングの結果で１０の候補が検出され、順位が示されます。



【石垣写真：親データ】

？

【石材写真：子データ】

石材位置特定！

検証結果詳細（A-01-26.jpg）

マッチングできた石についても、石工さんの目視による再確認の後、文化財職員と石工さんで最終確認を行い、二重のチェックで石材位置を特定します。

【熊本城での実証実験例】

- １日で 101 個の石材位置特定
- 82.1％の精度（101 個/123 個）