

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 石垣部会(第32回)

日時：令和元年8月5日(月) 10:00～15:00
(12:00～13:00 休憩)

場所：KKR ホテル名古屋 4階 福寿の間

会 議 次 第

- 1 開会
- 2 あいさつ
- 3 報告 名古屋城天守閣解体に係る現状変更許可申請について <資料1>
御深井丸の発掘調査について <資料2>
- 4 議事 本丸搦手馬出周辺石垣修復について <資料3～11>
天守台石垣の調査と保存方針について <資料12～18>
- 5 閉会

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 石垣部会（第 32 回） 出席者名簿

日時：令和元年 8 月 5 日（月） 10:00～15:00

（12:00～13:00 休憩）

場所：KKR ホテル名古屋 4 階 福寿の間

■構成員

（敬称略）

氏 名	所 属	備 考
北垣 聰一郎	石川県金沢城調査研究所名誉所長	座長
赤羽 一郎	前名古屋市文化財調査委員会委員長・ 元愛知淑徳大学非常勤講師	副座長
千田 嘉博	奈良大学教授	
宮武 正登	佐賀大学教授	

■オブザーバー

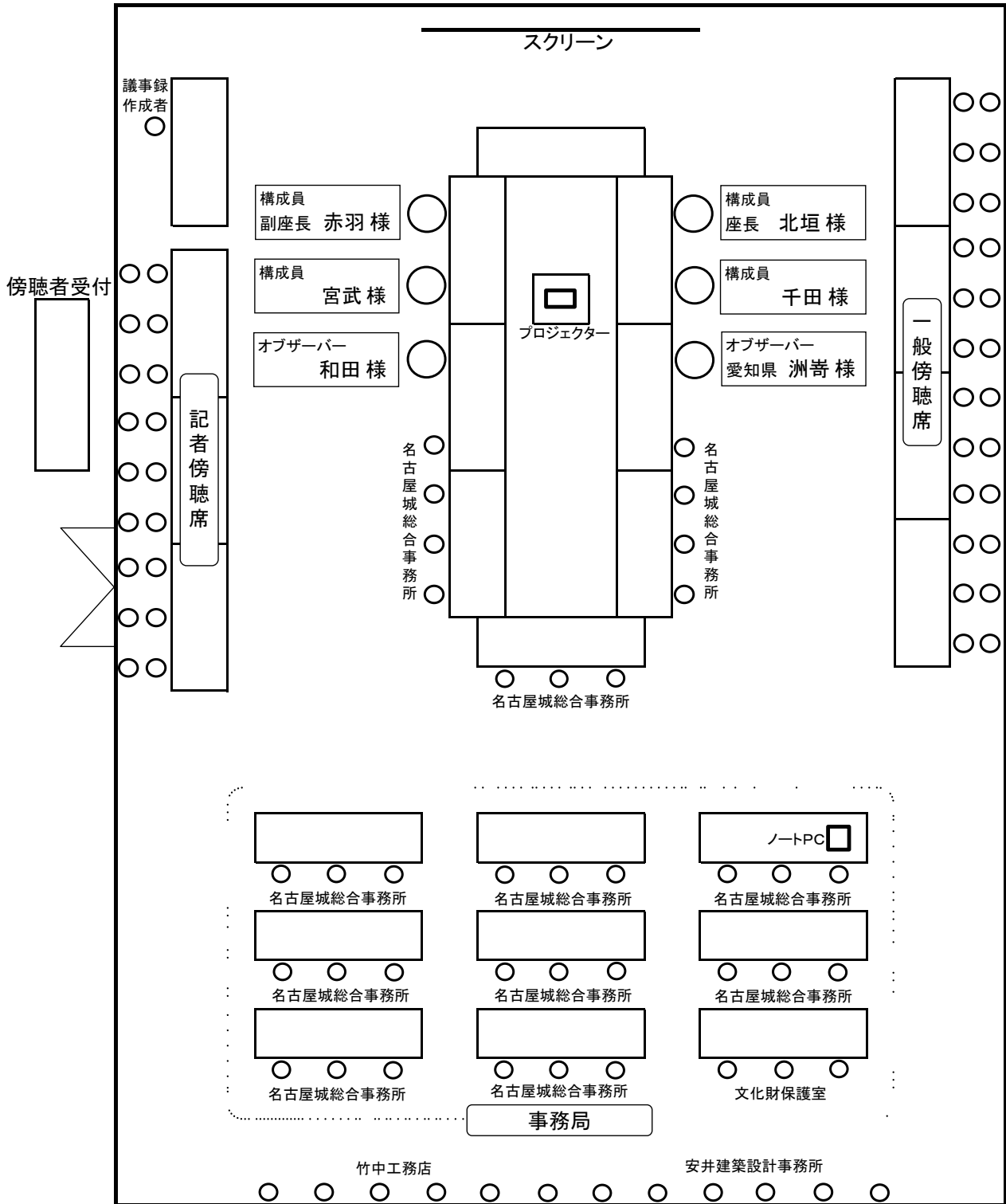
（敬称略）

氏 名	所 属
洲崎 和宏	愛知県教育委員会生涯学習課文化財保護室室長補佐
和田 行雄	和田石材建設株式会社代表取締役

第32回特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議石垣部会

座席表

令和元年8月5日(月)
10:00~15:00(休憩12:00~13:00)
KKRホテル名古屋 4階 福寿の間



文化庁に提出した現天守閣解体に係る現状変更許可申請書の概要

今回文化庁に提出した現状変更許可申請の内容については次の通り。

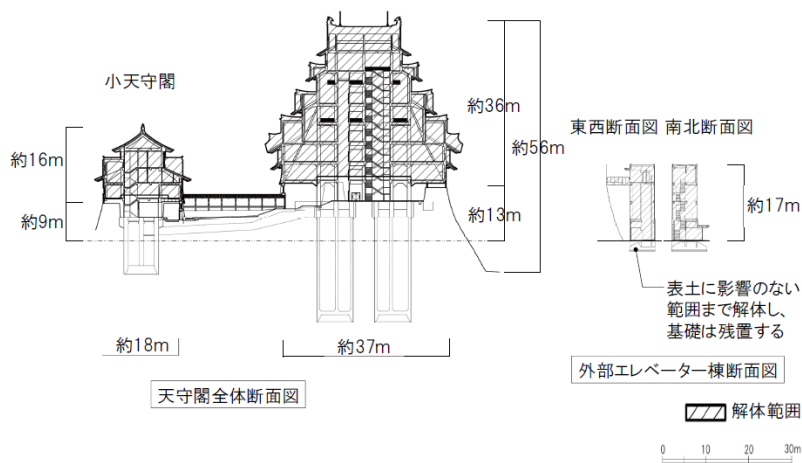
(1) 現状変更等又は保存に影響を及ぼす行為を必要とする理由

- ・ 現天守閣は、耐震性が極めて低くコンクリートの中性化も進行し老朽化により外壁が剥落するなど危険な状態。
- ・ 現在は暫定的に入場を禁止としているが、このままの状態を放置することはできない。
- ・ 天守台穴蔵部分の石垣は、現天守閣の建設時に改変されており、石垣を適切に保存・修復していくためには、現天守閣を解体した上で発掘調査を行い、現状を正確に把握する必要がある。

(2) 解体の対象となる建築物等

- ・ 大天守閣：鉄骨鉄筋コンクリート造地下1階地上7階建 延べ床面積 4,698.9 m²
- ・ 小天守閣：鉄骨鉄筋コンクリート造地下1階地上3階建 延べ床面積 849.1 m²
- ・ 外部エレベーター棟：鉄骨造平家建 延べ床面積 35.8 m²
- ・ その他付属物：小天守西側にある屋外階段及び空調室外機
- ・ 園内施設物：仮設栈橋及び仮設構台の設置に支障となる案内看板等

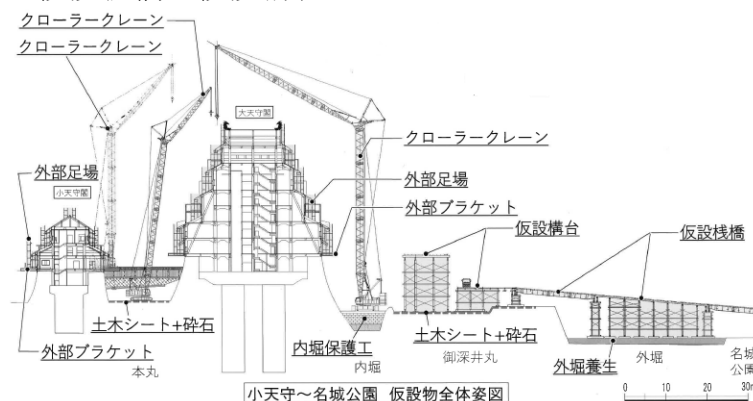
(3) 解体工法及び解体の範囲



- ・ 解体工法は工事に伴う振動が小さい切断工法によるブロック解体
- ・ 解体範囲については大天守閣、小天守閣とも地上部分（1階床面より上の部分）とする。

(4) 設置される仮設物

＜仮設栈橋・仮設構台のイメージ＞



- ・ 仮設栈橋
- ・ 仮設構台
- ・ 内堀保護工
- ・ 大型土のう
- ・ 砕石養生(砕石+土木シート)
- ・ 外部足場・外部ブラケット
- ・ 仮囲い等
- ・ 仮設備
- ・ クローラークレーン等

(5) 樹木の移植・伐採及び剪定

- 仮設物設置範囲内の樹木については来歴及び樹種により移植・伐採及び剪定を行う。
移植本数：25本（中・高木） 伐採本数：178本（中・高木）
- 対象樹木の来歴等を調査した結果、今回伐採の対象となっている樹木については近現代（明治以降）に植栽されたものである。

(6) 発掘調査

- 仮設栈橋及び仮設構台の設置に際し、御深井丸及び小天守閣西側においてトレンチ調査を行い、遺構面の深さ及び遺構の密度を事前に確認する。

(7) 地盤調査

- 仮設構台及び仮設栈橋を設置する地盤の耐力を確認するため平板載荷試験を行う。併せて、天守台及び外堀等においてボーリング調査を行う。

(8) 解体に伴う石垣等遺構への影響

- 解体に伴う振動が石垣等遺構へ影響を及ぼさない工法を採用し、解体範囲を石垣に一切手を加えない範囲としているため石垣等遺構への影響は軽微である。
- 解体時における落下物等による遺構の毀損を防止するため、建物外周部に外部足場を設置し遺構を保護する。

(9) 仮設物設置に伴う遺構への影響

- 仮設構台及び仮設栈橋、内堀保護工、解体に使用する揚重機（クローラークレーン等）、工事車両の通行などが史跡に与える影響について、工学的な解析を行った結果、影響は軽微である。

(10) 解体により建物の荷重が除荷されることによる石垣への影響

- 建物の荷重が除荷されることによるリバウンドの影響について工学的解析を行った結果、影響は軽微である。

(11) 現状変更許可の申請期間

- 現状変更許可を取得した日から2021年7月末日まで

(12) 留意事項に対する石垣部会の意見

- 石垣や地下遺構の調査がまだ行われておらず、現況把握ができていない中での工事計画において、石垣への影響が軽微であるとの結論が導き出されているのは承服しがたい。そのような調査を実施するための、職員も不足しており、現天守閣解体に関する工事計画を推し進めることは容認できない。

6 名古屋城跡の現状変更申請に係る名古屋市への確認事項への回答

(1) 全般的事項

区 分	本市の回答
現状変更申請の経緯について	<ul style="list-style-type: none"> ・現天守閣は、耐震性能が極めて低く危険な状態にあり、この状態を放置することはできない ・また、今回の解体工事は、石垣に手を加えない工事であるため、既存の現況調査に基づく工学的検討によって、解体工事計画が可能であると判断した
天守解体・仮設物設置が石垣等に与える影響の有無を判断する方法について	<ul style="list-style-type: none"> ・考古学的な検討については、有識者との間で、データに基づいた建設的な議論が進展していないため、現時点での現況調査の評価に基づいて、工学的な検討を行った ・今回の現天守閣解体工事は、直接石垣に触れない工事であるため、既存の現況調査成果に基づいた主に工学的検討によって影響を評価し、解体工事の計画が可能であると判断した ・引き続き調査成果の分析を行い、考古学的な検討について、有識者との合意形成に努める

(2) 個別事項

区 分	本市の回答
現天守を解体する理由、沿革について	<ul style="list-style-type: none"> ・現天守閣は市民の機運の高まりによって再建された、戦後復興の象徴と言えるものであるが、SRC造であり、近世城郭の天守を体感することができない。耐震補強をすることで、現天守閣の価値を維持することができる。しかし同時に、近世城郭の天守閣を体感することができない状態が継続する。一方、名古屋城においては、昭和実測図などの記録に基づき、史実に忠実に天守閣の木造復元ができ、それにより、近世城郭の姿を実感することができる。 ・耐震改修と木造復元を比較したとき、近世城郭の本質的価値の理解の促進という点で木造復元に優位性があるため、本市は、天守閣を木造復元する方針としている

区 分	本市の回答
<p>現天守解体の具体的な工事内容、具体的な工法・工程等について、及び、現天守の解体・除却工事が文化財である石垣等に影響を与えない工法であり、その保存が確実に図られることについて</p> <p><A. 仮設物設置の影響について></p> <p>① 内堀及び御深井丸側石垣の発掘等調査について</p>	<ul style="list-style-type: none"> 令和元年5月28日に行われた石垣部会において、内堀内の現況把握（堀底及び内堀外側石垣根石）のための調査について諮り、その実施について合意を得ている。7月以降、別途現状変更許可が得られ次第、調査を行う計画である。また、この調査結果に応じ、必要な対応をとることとしている
<p>石垣等保全の具体の方針について、及び、石垣等詳細調査の具体的な手順・方法等（石垣調査計画）について</p>	<ul style="list-style-type: none"> 天守台石垣の保存方針について、現天守閣解体終了（2020年8月予定）までに、より具体的な方針を策定する予定である
<p>特別史跡名古屋城跡に関する事業実施体制について</p>	<ul style="list-style-type: none"> 平成31年度、名古屋城の文化財について総合的な調査研究を進めるため、調査研究センターを設置した。学芸職は、併任も含め11名（内1名欠員）、嘱託4名である。その中で埋蔵文化財担当職員は、副所長、主査（併任）、学芸員5名（内1名欠員）、嘱託2名である（令和元年6月現在） 令和2年度に向けて、欠員の補充を行うとともに、増員も視野に入れた体制の充実を目指している。特に、若い職員が多いため、職員のスキルアップが体制の充実にとって重要であると考えている

報告2 御深井丸の発掘調査について



発掘調査区を設定するおおよその範囲
 この中に、2m角程度の試掘トレンチを設定する。
 礎石部分は、礎石に影響のない範囲で小規模なトレンチ
 を入れる。その他、小天守台の西にも一か所設定。

1
2
3

計画機関 名古屋市

観測 平成29年 9月
測図 平成29年 10月

0 5 10 20m 縮尺=1:250

作業機関 株式会社 竹中工務店

江戸時代の名古屋城御深井丸に存在した建造物について

1. はじめに

古絵図（表参照）や『金城温古録』等の文献資料により、調査予定範囲と重なる可能性のある江戸時代の御深井丸内の建造物を検討する。

2. 江戸時代における御深井丸内の建造物

《凡例》

- ①黄色網掛=現存建造物。
- ②水色網掛=調査予定範囲に遺構が重なる可能性のある非現存建造物。

(1) 櫓

- ・三階御櫓…鉄砲を保管。陸軍期には第四弾薬庫。現西北隅櫓。
- ・御弓矢櫓…御深井丸東北隅にあった櫓。弓矢を保管。

(2) 蔵

- ・大筒蔵…大筒の保管庫として幕末まで利用。
- ・御旅蔵…軍旅の要具を保管。天保8年（1837）に大雨で損壊し造替。
- ・磨蔵…鉄砲を磨くための蔵。幕末まで存在。
- ・北穴蔵、南穴蔵…万治元年（1658）頃建設。もとは焰硝蔵であったが、幕末には遺構のみ残存。
- ・御手筒蔵（御持筒蔵、御側蔵）…御手筒組の管理する蔵。図1には描かれていない。

(3) 多門

- ・東御弓矢多門…御弓矢櫓の南に隣接。
- ・西御弓矢多門…御弓矢櫓と三階御櫓の間、北側の壁面に沿って建造。
- ・鑄多門…西側の壁面に沿って設置。もとは鉄砲玉を鑄造していたが、幕末には銃丸の貯蔵庫。

(4) 番所

- ・御番所…御深井丸の番所。御本丸番衆、城代組同心らが昼夜常勤。
- ・不寝番所…正徳年間（1711～16）に設置か。城代組同心が夜間のみ駐在し、寝ずの番をする番所。

(5) 宝暦修理時の仮設建造物（図2参照）

- ・仮設番所…御深井丸内には5か所建造。
- ・大工小屋…御深井丸内に2か所。
- ・諸色小屋…御深井丸内に5か所。
- ・水汲所…西御弓矢多門の東、外堀際に建造。

3. まとめ

- ・宝暦修理時の仮設建造物を除き、御深井丸内の建造物に大きな変化は確認できない。
- ・史料から確認できる範囲では、今回の調査範囲に重なるのは番所のみである。

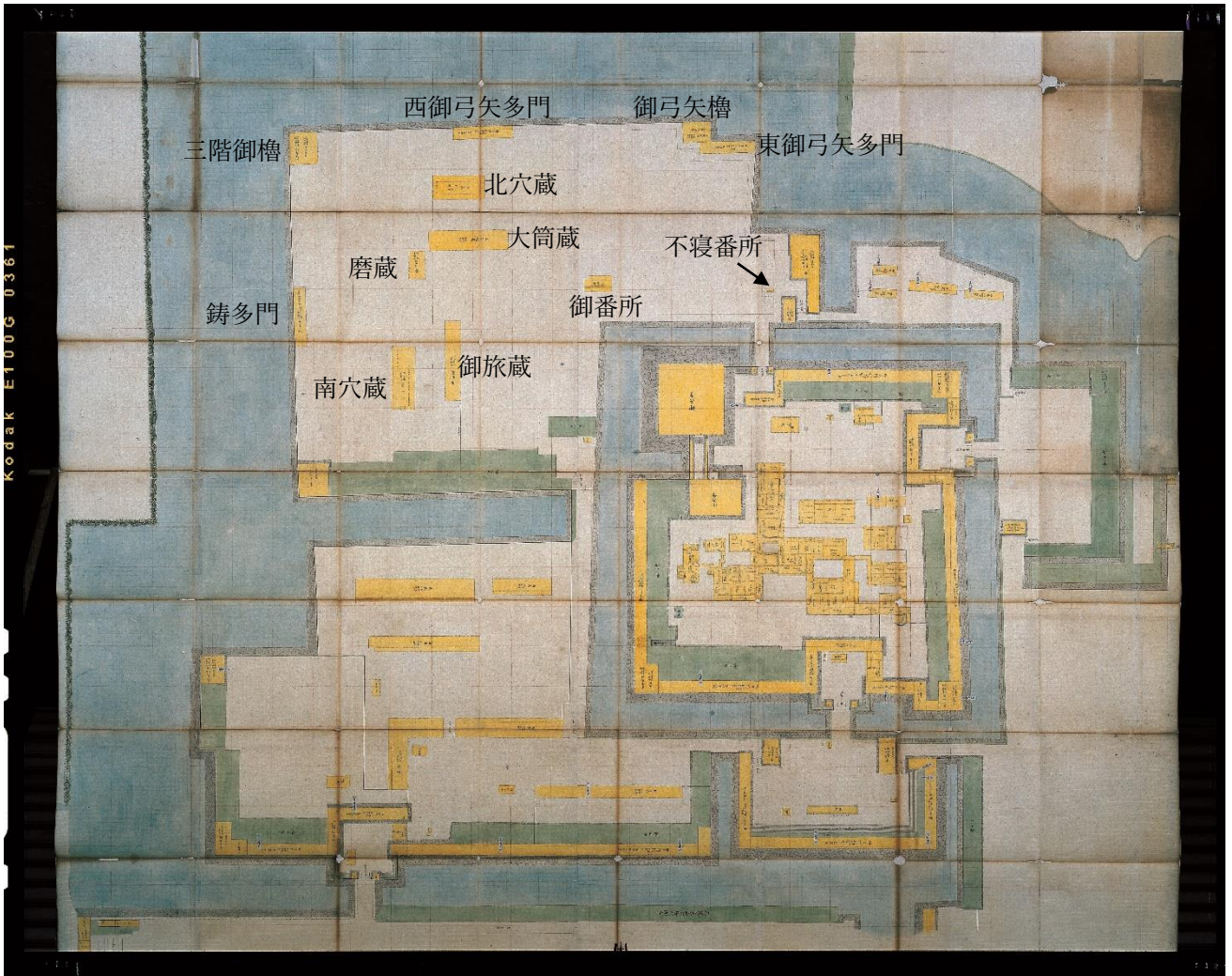


図1 御本丸御深井丸図

江戸時代後期 名古屋市博物館蔵

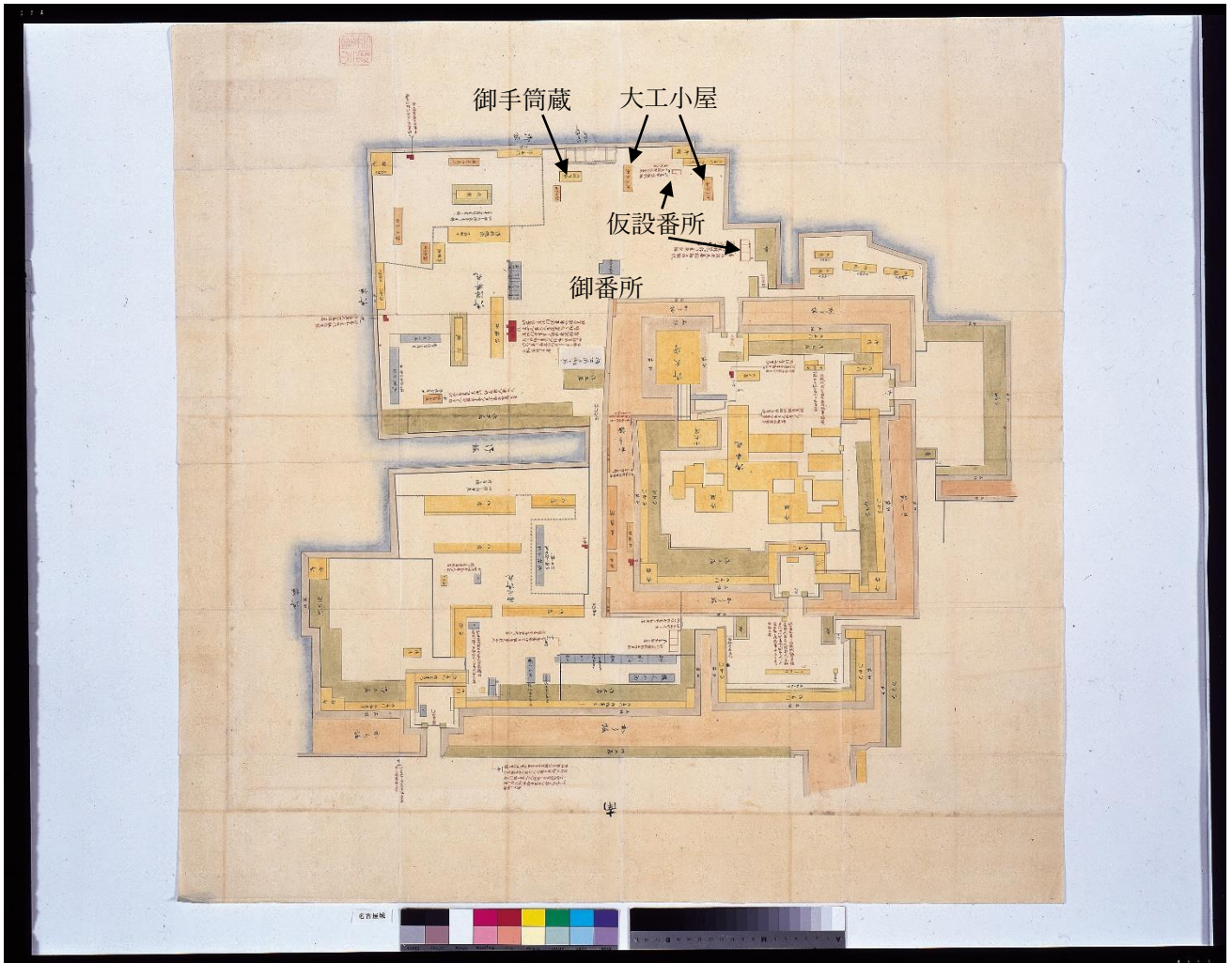


図2 御深井丸内諸役人詰所御作事本所諸番所取建方指図

宝暦2~5年(1752~55) 名古屋城総合事務所蔵

御深井丸建造物が描かれた江戸時代の絵図

資料名	和暦・年代	西暦	所蔵	備考
元禄十年名古屋城絵図	元禄10年	1697年	名古屋市蓬左文庫	蔵・御殿は省略
御深井丸内諸御役人詰所御作事本ノ所諸番所取建方指図	宝暦2~5年	1752~55年	名古屋城総合事務所	宝暦修理時の絵図
尾陽視聴合記のうち 名古屋城図	安永8年	1779年	個人	築城時の想像図か
名古屋城城郭図	文政11年	1828年	公益財団法人東洋文庫	奥村徳義旧蔵
名古屋城内巡覧図	天保5年以前	1834年以前	個人	藩主巡覧時の経路図
御本丸御深井丸図	江戸時代後期	19世紀	名古屋市博物館	
金城温古録	万延元年成立	1860年	名古屋市蓬左文庫	
名古屋城図	江戸時代後期	19世紀	名古屋城総合事務所	描写年代は江戸前期か

本丸搦手馬出周辺石垣修復について

I 今後の予定について

本丸搦手馬出の石垣修復について、今後の計画（資料4）及び業務の流れ（資料5）の通りを予定している。

II 本丸搦手馬出石垣の修復勾配について

本丸搦手馬出の石垣修復勾配について、解体前の現況勾配と石垣秘伝書の勾配理論（熊本城石垣の変遷について 参照）との比較を行った（資料6）。石垣秘伝書の勾配と適合しないことから、資料7に示す通り修復勾配の方針（案）を作成した。

III 石材再使用可否の判定について

取外しを行った石材について、石材再使用可否判定フロー（資料8）に基づいて判断する。

IV 石材の補修について

石材再使用可否の判定の結果、補修が必要となった石材について石材の状態に対して補修の方針（案）を定めた。（資料9）

V 円弧すべり解析について

工学的な観点からの検討を行うため、円弧すべり解析を行った。解析は、孕み出しの原因について工学的な観点から確認するために、解体前の断面にて行った。結果、すべり面が形成される結果となった（資料10）。安全性を高めるための対策については、今後検討していくものとする。

文化財調査（案）の概要について

文化財調査を実施する。

主な調査の内容

VII トレンチ調査

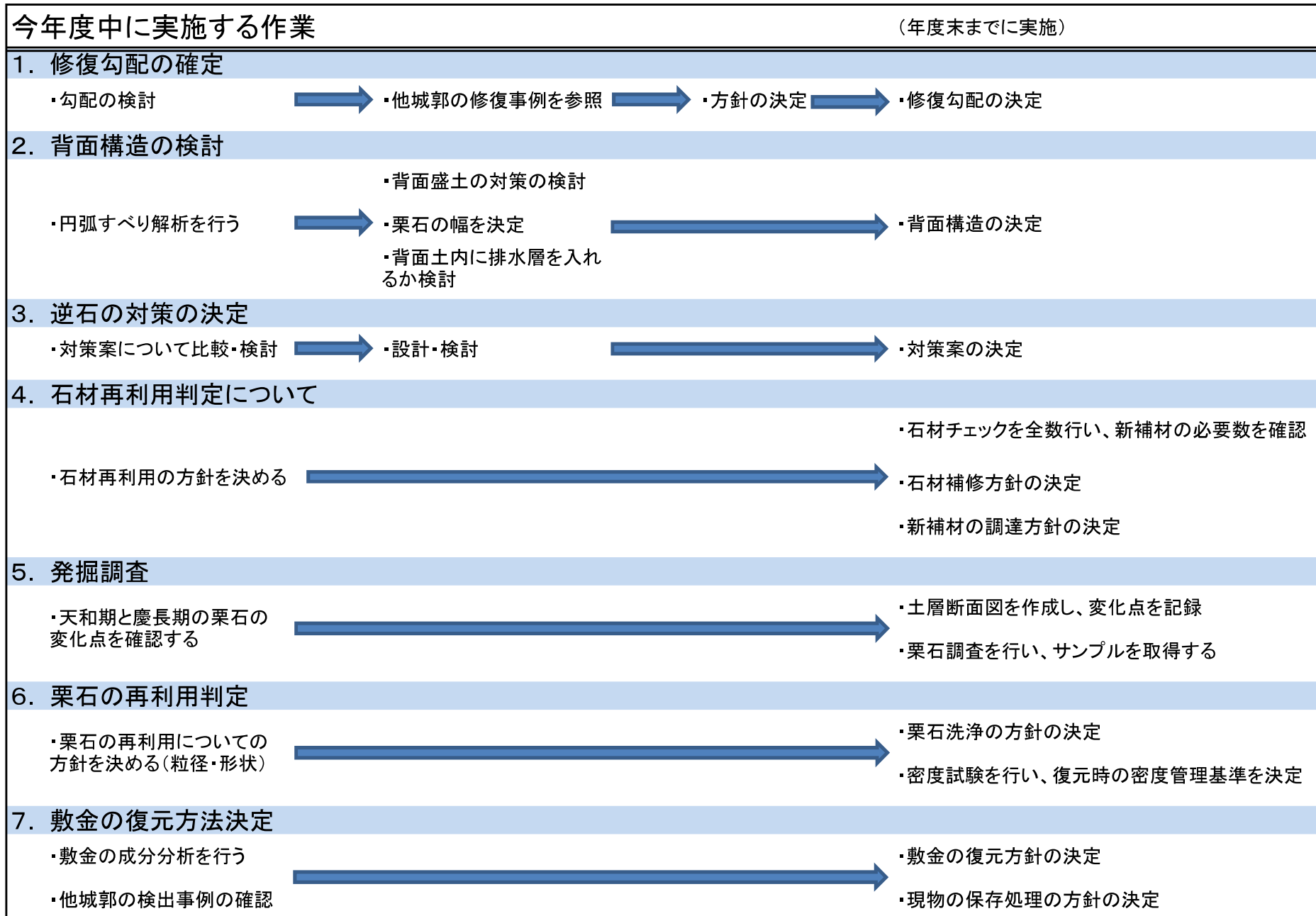
これまでの調査で、築城時に用いられた栗石と天和の修復時に用いられた栗石が大別できる可能性が示されている。修復の境界を確かめるために、栗石部にトレンチを設けて掘り下げ、慶長期の築石の背面を確認する。（資料11）

VIII 石材カード

トレンチ調査で新たに露出した石材について、従来と同じく各種カード類（石材カード、刻印カード、矢穴カード、二次利用カード、表面加工カード）を作成する。

2019年度		2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
検討・設計	1. 修復勾配の確定 2. 背面構造の決定 3. 逆石の対策の決定				
補修 工・調達	4. 石材再利用判定	石材補修 新補石材調達			
発掘	5. 発掘調査				
積み直し	6. 栗石の再利用判定 7. 敷金の復元方法決定	栗石洗浄	積み直し工事		

※資料3-2に項目ごとのフローチャート



本丸搦手馬出石垣の勾配について

概要

名古屋城本丸搦手馬出の石垣について、他城郭における検討例との比較を行った。比較検討は「熊本城石垣の変遷について」を参照した。

手順

本丸搦手馬出東面、断面 No. 14 について下記の通り検討を行った。

検討にあたっては、「熊本城石垣の変遷について」（北垣聰一郎先生）を参照する。

1. 石垣の高さを推定する。

1間を6.5尺として、解体前の石垣天端から測定する。図より、1間単位での高さ設定がなされていると考えて、高さ8間の石垣とする。

2. 打出しを推定する。(添付資料(イ))

打出し(底辺BE)の長さは、現況石垣の底辺を測定し、7m(2丈3尺1寸)となった。打出しは底辺BE/高さABとなるため、

$$2丈3尺1寸 / 8間 = 0.44 \div 0.4$$

したがって、左表(熊本城石垣の変遷について表2)より5.0ノリを適用する。

(表2)

表2 「十段の打出大が子」一覧

高さ3間~10間	
1.5分打出	2.0ノリ
2.0	2.5
2.5	3.0
3.0	{ 3.5 4.0
4.0	5.0
5.0	{ 6.0 7.0
6.0	{ 7.0 8.0
高さ11間~25間	
7.0	{ 8.0 9.0
8.0	{ 9.0 10.0
9.0	{ 10.0 11.0

3. 五分ノリの意味(添付資料(ロ))

五分ノリとは、最下層の1間分のノリが1間の半分(五分)であるということである。 $6.5尺 (=1間) \times (0.5) = 3.25尺$

4. 本高さ8間分のノリ(添付資料(ハ))

$$3.25尺 \times 8(間分) = 2丈6尺$$

5. 余り(2丈6尺分に対して各1間ごとにノリを変化させて勾配をつくる)(添付資料(二))

$$2丈6尺 - 2丈3尺1寸 = 2尺9寸$$

6. 本高さの残り(7間分)のノリ(添付資料(ホ))

$$2尺9寸 \div 7 = 4寸1分(7間を当分したときの勾配分)$$

7. 2間目以降のノリを下表の通り求める。(添付資料 表3)

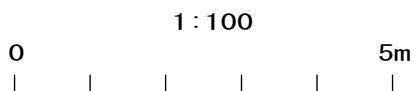
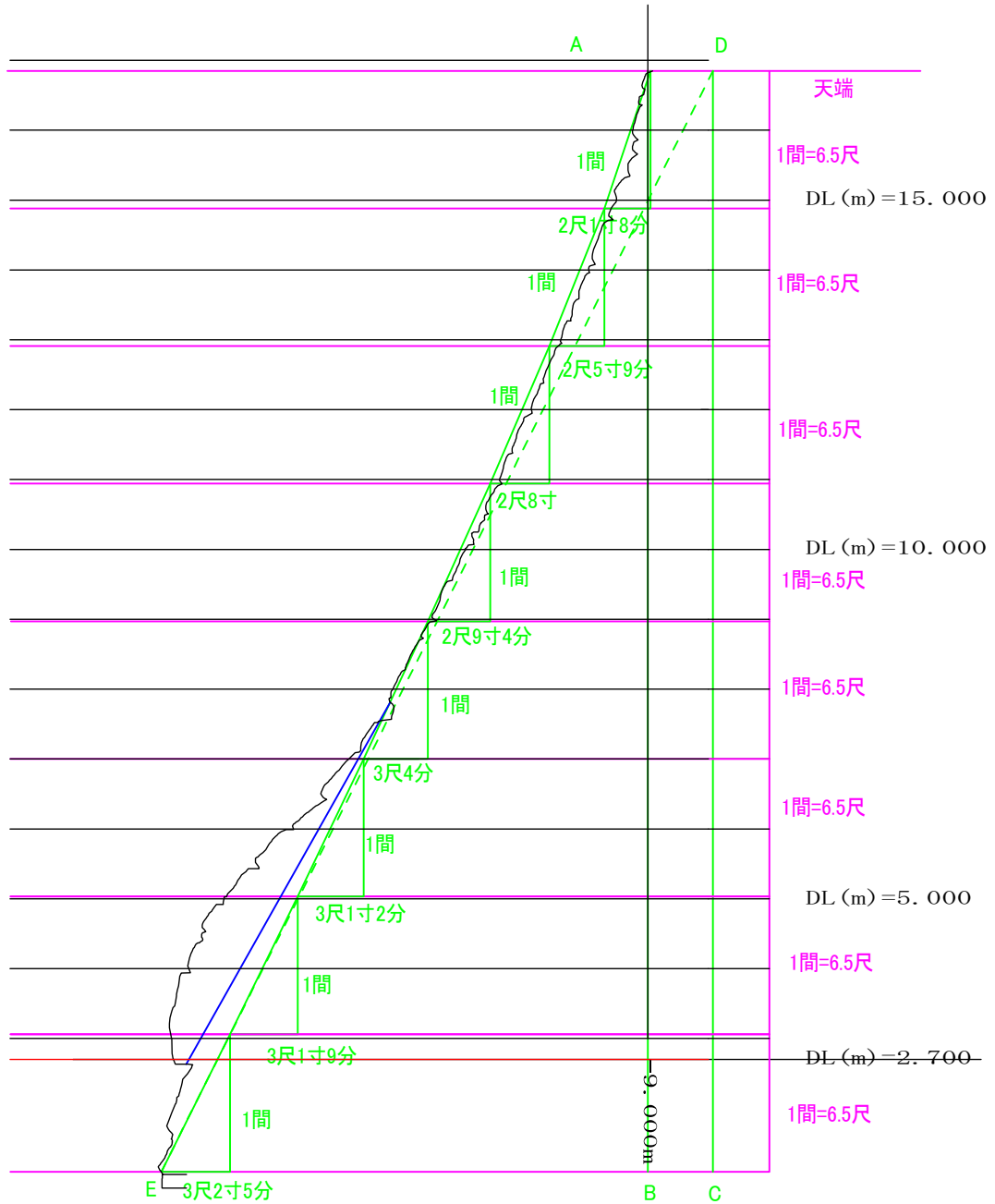
	本高さ1間ごとのノリ	各1間分の「勾配」配分率
1間目	3尺2寸5分	4寸1分÷7=0.59 6分
2間目	3尺2寸5分-6分=3尺1寸9分	4寸1分÷6=0.68 7分
3間目	3尺1寸9分-7分=3尺1寸2分	4寸1分÷5=0.82 8分
4間目	3尺1寸2分-8分=3尺4分	4寸1分÷4=1.03 1寸
5間目	3尺4分-1寸=2尺9寸4分	4寸1分÷3=1.36 1寸4分
6間目	2尺9寸4分-1寸4分=2尺8寸	4寸1分÷2=2.05 2寸1分
7間目	2尺8寸-2寸1分=2尺5寸9分	4寸1分÷1=4.1 4寸1分
8間目	2尺5寸9分-4寸1分=2尺1寸8分	

結果

- ・下から5間目より上部の勾配は現況と合ってくる。
- ・下から2間目から4間目は現況に孕み出しが見られる。
- ・最下段は地表面下となるので孕み出しは無いと考えられるが、最下段1間目は現況の勾配の方が急であり、現況と合わない。

「熊本城石垣の変遷について」にて再現した勾配と現況の勾配は特に石垣の下側の部分で合わない結果となった。

本丸搦手馬出東面断面図



— 孕み出し前の推定線

— 石垣秘伝書の推定線 (熊本城石垣の変遷について 参照) 1間=6.5尺

— 既測線 (解体前)

高さ3間~10間	
1.5分打出	2.0ノリ
2.0	2.5
2.5	3.0
3.0	{ 3.5 4.0
4.0	{ 5.0 6.0
5.0	{ 7.0 8.0
6.0	{ 7.0 8.0
高さ11間~25間	
7.0	{ 8.0 9.0
8.0	{ 9.0 10.0
9.0	{ 10.0 11.0

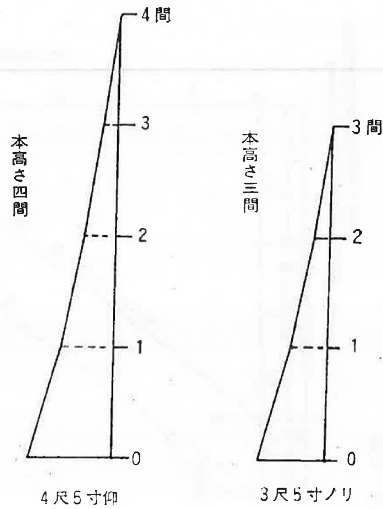


図9 隅大低仰形方

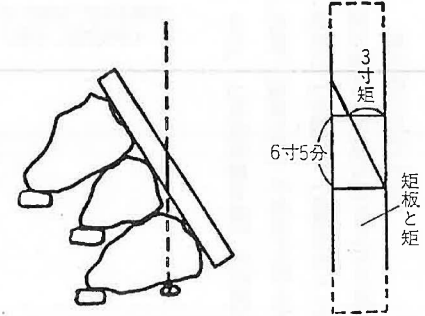


図8 仰(矩)板

- 老間目 老尺四寸五分
- 貳間目 老尺貳寸五分
- 三間目 八寸
- 老間目 老尺五寸
- 貳間目 老尺三寸五分
- 三間目 一尺五分
- 四間目 六寸

本高さ四間の例で説明すると、この場合の打出(底辺)は四尺五寸の矩である。それを基準に一間目を一尺五寸の矩、二間目を一尺三寸五分、三間目一尺五分、そして最後の間を六寸、合計四尺五寸となる。この解釈については、図7の例から推測して、おそらく図9のごときのものであろう。

以上、概観したように、技術書として古態をうかがわせるものは、完成度の高い勾配法を説く「唯子一人伝」ではなく、勾配(矩)を一間ごとに変化させ、ついには「反り」にあてようとする技法が、穴太が本来有する勾配法であったことが推定できるのである。前述した「仰板」(矩板)はかかる意

味において注目されるのである。また、『石牆書』の「隅大低仰形」の事例の疑問は、前述、北川氏の『石垣秘伝の書』の再検討により解明できそうである。

『石垣秘伝之書』に記載する「打出大ガ子ノ事」は、熊本城構築に直接たずさわった穴太の北川氏が、石垣普請に際して、本高さと打出(端張のこと)、そして矩をどうとらえていたかを知るうえで重要である。

表2は前記史料に記す十段階の打出とノリを示したものである。まず、本高さが三間から十間の打出を七段階にわけ、一分半から六分(本高きの一・五ノ六割の意)とし、さらにそれぞれにみあうノリを二分から八分(一間(一尺六寸とする)の二ノ八割)にとどめている。また、本高きの十一間から二十五間の場合を想定して、三段階の打出とノリを出

しているのである。これら打出・ノリの大きな特徴は、細かく設定するのではなく、あくまで大雑把な見当によるものだということであろう。

例えば、本高さが三間の場合、一・五分の打出に限らず二・〇分の打出でもよいという意味である。さらに補足すれば、打出を四分に定めれば、必ず五ノリを使わねばならぬという原則をいうのである。

では穴太の北川氏は、打出とノリをどのような方法で算出したのだろうか。すでに紹介したことのある「ノリ・ソリ割方之事」から、其の算出方法を例示しよう(図7)。図例では本高さが「六丈(十間)」に対して、「四分の打出」「五分のノリ」という。永年

イ、打出四分の求め方

本高さ(六丈) × (〇・四) (本高きの四割の意)

一 二丈四尺(端張、横幅の意)

ロ、五分ノリの意味

六尺(一ノ間) × (〇・五) (五割の意) 一 三尺

表3 本高さのノリと勾配の配分

間目	本高さ1間ごとのノリ		各1間分の「勾配」配分率	
	3尺			
1間目	3尺		6寸6分÷9(間分)=0.733	7分
2間目	3尺	- 7分=2尺9寸3分	6寸6分÷8(間分)=0.825	8分
3間目	2尺9寸3分	- 8分=2・8・5	6寸6分÷7(間分)=0.942	9分
4間目	2・8・5	- 9分=2・7・6	6寸6分÷6(間分)=1.1	1寸1分
5間目	2・7・6	-1寸1分=2・6・5	6寸6分÷5(間分)=1.32	1寸3分
6間目	2・6・5	-1寸3分=2・5・2	6寸6分÷4(間分)=1.65	1寸6分
7間目	2・5・2	-1寸6分=2・3・6	6寸6分÷3(間分)=2.2	2寸2分
8間目	2・3・6	-2寸2分=2・1・4	6寸6分÷2(間分)=3.3	3寸3分
9間目	2・1・4	-3寸3分=1・9・1	6寸6分÷1(間分)=6.6	6寸6分
10間目	1・9・1	-6寸6分=1・1・5		

(最下一間分のノリ)

ハ、本高さ全体(十間分)のノリ

三尺(ロ)×十(間分)〓三丈(総端張の意)

ニ、余り(C/E間のノリ勾配)

しかし、実際には三丈分(A/E)に対して、各一間ごとにノリを変化させてA/Cの勾配を作ることになる。余りの「六尺」とは一種の「反り」分である。

総端張(〇)三丈一端張(イ)二丈四尺〓六尺(余り)

ホ、本高さの残り(九間分)のノリ

六尺(ニ)÷九(間分のノリ)〓〇・六六六(六寸六分)(九間を等分したときの勾配分)

ヘ、二間目のノリの求め方

六寸六分(ホ)÷九(間分のノリ)〓〇・七三三(〓七分)

三尺(ロ)〓七分〓二尺九寸三分(図7での〇・二九三となる)

ト、三間目のノリの求め方

六寸六分(ホ)÷八(間分のノリ)〓〇・八二五(〓八分)

二尺九寸三分(ヘ)〓八分〓二尺八寸五分(図7での〇・二八五)

このように四間目以下、十間目まで、この算出方法をくり返したものが表3である。その結果、図7のように本高さ十間分は、当初計画した一間あたり三尺ノリ(A・E間)から、一間ごとに矩を変化させ、「反り」となるA・C間として完成する。「六尺の余り」とは現実には矩の変化で解消することになる。

以上、北川氏の家伝と推測できる『石垣秘伝之書』でのノリ・ソリ算出法は、現存する熊本城石垣遺構のなかに存

在する蓋然性が高いことが予測できる。だとすれば、桑原丈夫氏が図示された「熊本城石垣の断面勾配図」(実測データ含む)⁽⁹⁾の二十一例は、このさい重要である。そこで桑原氏の紹介されているこの実測データのうちより、十一例の本高さ(打出を含む)を抽出した(図10〓20)。その抽出基準は、私案石垣隅角部(出角部)の積み方からみた新・旧と理解できる箇所(表3)と、実測データとのほぼ合致する部分を選んでいく。

ところで、前述の検討を通じて、本高さの単位は一間であったと推定できるところから、私は桑原氏の実測データ中の「本高さ」に対して、一定の高さ分を加えて一間分と推定した。推定「本高さ」によって、当然、打出も変化する。

以上の作業によって作成したものが、表4の一覧表である。また、表4での推定本高さと推定打出の計算式に基づき、図化したものが図10〓20のいわゆる「勾配図」である。例を図10(21)の⁽¹⁾の⁽²⁾の⁽³⁾の⁽⁴⁾の⁽⁵⁾の⁽⁶⁾の⁽⁷⁾の⁽⁸⁾の⁽⁹⁾の⁽¹⁰⁾の⁽¹¹⁾の⁽¹²⁾の⁽¹³⁾の⁽¹⁴⁾の⁽¹⁵⁾の⁽¹⁶⁾の⁽¹⁷⁾の⁽¹⁸⁾の⁽¹⁹⁾の⁽²⁰⁾の⁽²¹⁾の⁽²²⁾の⁽²³⁾の⁽²⁴⁾の⁽²⁵⁾の⁽²⁶⁾の⁽²⁷⁾の⁽²⁸⁾の⁽²⁹⁾の⁽³⁰⁾の⁽³¹⁾の⁽³²⁾の⁽³³⁾の⁽³⁴⁾の⁽³⁵⁾の⁽³⁶⁾の⁽³⁷⁾の⁽³⁸⁾の⁽³⁹⁾の⁽⁴⁰⁾の⁽⁴¹⁾の⁽⁴²⁾の⁽⁴³⁾の⁽⁴⁴⁾の⁽⁴⁵⁾の⁽⁴⁶⁾の⁽⁴⁷⁾の⁽⁴⁸⁾の⁽⁴⁹⁾の⁽⁵⁰⁾の⁽⁵¹⁾の⁽⁵²⁾の⁽⁵³⁾の⁽⁵⁴⁾の⁽⁵⁵⁾の⁽⁵⁶⁾の⁽⁵⁷⁾の⁽⁵⁸⁾の⁽⁵⁹⁾の⁽⁶⁰⁾の⁽⁶¹⁾の⁽⁶²⁾の⁽⁶³⁾の⁽⁶⁴⁾の⁽⁶⁵⁾の⁽⁶⁶⁾の⁽⁶⁷⁾の⁽⁶⁸⁾の⁽⁶⁹⁾の⁽⁷⁰⁾の⁽⁷¹⁾の⁽⁷²⁾の⁽⁷³⁾の⁽⁷⁴⁾の⁽⁷⁵⁾の⁽⁷⁶⁾の⁽⁷⁷⁾の⁽⁷⁸⁾の⁽⁷⁹⁾の⁽⁸⁰⁾の⁽⁸¹⁾の⁽⁸²⁾の⁽⁸³⁾の⁽⁸⁴⁾の⁽⁸⁵⁾の⁽⁸⁶⁾の⁽⁸⁷⁾の⁽⁸⁸⁾の⁽⁸⁹⁾の⁽⁹⁰⁾の⁽⁹¹⁾の⁽⁹²⁾の⁽⁹³⁾の⁽⁹⁴⁾の⁽⁹⁵⁾の⁽⁹⁶⁾の⁽⁹⁷⁾の⁽⁹⁸⁾の⁽⁹⁹⁾の⁽¹⁰⁰⁾の⁽¹⁰¹⁾の⁽¹⁰²⁾の⁽¹⁰³⁾の⁽¹⁰⁴⁾の⁽¹⁰⁵⁾の⁽¹⁰⁶⁾の⁽¹⁰⁷⁾の⁽¹⁰⁸⁾の⁽¹⁰⁹⁾の⁽¹¹⁰⁾の⁽¹¹¹⁾の⁽¹¹²⁾の⁽¹¹³⁾の⁽¹¹⁴⁾の⁽¹¹⁵⁾の⁽¹¹⁶⁾の⁽¹¹⁷⁾の⁽¹¹⁸⁾の⁽¹¹⁹⁾の⁽¹²⁰⁾の⁽¹²¹⁾の⁽¹²²⁾の⁽¹²³⁾の⁽¹²⁴⁾の⁽¹²⁵⁾の⁽¹²⁶⁾の⁽¹²⁷⁾の⁽¹²⁸⁾の⁽¹²⁹⁾の⁽¹³⁰⁾の⁽¹³¹⁾の⁽¹³²⁾の⁽¹³³⁾の⁽¹³⁴⁾の⁽¹³⁵⁾の⁽¹³⁶⁾の⁽¹³⁷⁾の⁽¹³⁸⁾の⁽¹³⁹⁾の⁽¹⁴⁰⁾の⁽¹⁴¹⁾の⁽¹⁴²⁾の⁽¹⁴³⁾の⁽¹⁴⁴⁾の⁽¹⁴⁵⁾の⁽¹⁴⁶⁾の⁽¹⁴⁷⁾の⁽¹⁴⁸⁾の⁽¹⁴⁹⁾の⁽¹⁵⁰⁾の⁽¹⁵¹⁾の⁽¹⁵²⁾の⁽¹⁵³⁾の⁽¹⁵⁴⁾の⁽¹⁵⁵⁾の⁽¹⁵⁶⁾の⁽¹⁵⁷⁾の⁽¹⁵⁸⁾の⁽¹⁵⁹⁾の⁽¹⁶⁰⁾の⁽¹⁶¹⁾の⁽¹⁶²⁾の⁽¹⁶³⁾の⁽¹⁶⁴⁾の⁽¹⁶⁵⁾の⁽¹⁶⁶⁾の⁽¹⁶⁷⁾の⁽¹⁶⁸⁾の⁽¹⁶⁹⁾の⁽¹⁷⁰⁾の⁽¹⁷¹⁾の⁽¹⁷²⁾の⁽¹⁷³⁾の⁽¹⁷⁴⁾の⁽¹⁷⁵⁾の⁽¹⁷⁶⁾の⁽¹⁷⁷⁾の⁽¹⁷⁸⁾の⁽¹⁷⁹⁾の⁽¹⁸⁰⁾の⁽¹⁸¹⁾の⁽¹⁸²⁾の⁽¹⁸³⁾の⁽¹⁸⁴⁾の⁽¹⁸⁵⁾の⁽¹⁸⁶⁾の⁽¹⁸⁷⁾の⁽¹⁸⁸⁾の⁽¹⁸⁹⁾の⁽¹⁹⁰⁾の⁽¹⁹¹⁾の⁽¹⁹²⁾の⁽¹⁹³⁾の⁽¹⁹⁴⁾の⁽¹⁹⁵⁾の⁽¹⁹⁶⁾の⁽¹⁹⁷⁾の⁽¹⁹⁸⁾の⁽¹⁹⁹⁾の⁽²⁰⁰⁾の⁽²⁰¹⁾の⁽²⁰²⁾の⁽²⁰³⁾の⁽²⁰⁴⁾の⁽²⁰⁵⁾の⁽²⁰⁶⁾の⁽²⁰⁷⁾の⁽²⁰⁸⁾の⁽²⁰⁹⁾の⁽²¹⁰⁾の⁽²¹¹⁾の⁽²¹²⁾の⁽²¹³⁾の⁽²¹⁴⁾の⁽²¹⁵⁾の⁽²¹⁶⁾の⁽²¹⁷⁾の⁽²¹⁸⁾の⁽²¹⁹⁾の⁽²²⁰⁾の⁽²²¹⁾の⁽²²²⁾の⁽²²³⁾の⁽²²⁴⁾の⁽²²⁵⁾の⁽²²⁶⁾の⁽²²⁷⁾の⁽²²⁸⁾の⁽²²⁹⁾の⁽²³⁰⁾の⁽²³¹⁾の⁽²³²⁾の⁽²³³⁾の⁽²³⁴⁾の⁽²³⁵⁾の⁽²³⁶⁾の⁽²³⁷⁾の⁽²³⁸⁾の⁽²³⁹⁾の⁽²⁴⁰⁾の⁽²⁴¹⁾の⁽²⁴²⁾の⁽²⁴³⁾の⁽²⁴⁴⁾の⁽²⁴⁵⁾の⁽²⁴⁶⁾の⁽²⁴⁷⁾の⁽²⁴⁸⁾の⁽²⁴⁹⁾の⁽²⁵⁰⁾の⁽²⁵¹⁾の⁽²⁵²⁾の⁽²⁵³⁾の⁽²⁵⁴⁾の⁽²⁵⁵⁾の⁽²⁵⁶⁾の⁽²⁵⁷⁾の⁽²⁵⁸⁾の⁽²⁵⁹⁾の⁽²⁶⁰⁾の⁽²⁶¹⁾の⁽²⁶²⁾の⁽²⁶³⁾の⁽²⁶⁴⁾の⁽²⁶⁵⁾の⁽²⁶⁶⁾の⁽²⁶⁷⁾の⁽²⁶⁸⁾の⁽²⁶⁹⁾の⁽²⁷⁰⁾の⁽²⁷¹⁾の⁽²⁷²⁾の⁽²⁷³⁾の⁽²⁷⁴⁾の⁽²⁷⁵⁾の⁽²⁷⁶⁾の⁽²⁷⁷⁾の⁽²⁷⁸⁾の⁽²⁷⁹⁾の⁽²⁸⁰⁾の⁽²⁸¹⁾の⁽²⁸²⁾の⁽²⁸³⁾の⁽²⁸⁴⁾の⁽²⁸⁵⁾の⁽²⁸⁶⁾の⁽²⁸⁷⁾の⁽²⁸⁸⁾の⁽²⁸⁹⁾の⁽²⁹⁰⁾の⁽²⁹¹⁾の⁽²⁹²⁾の⁽²⁹³⁾の⁽²⁹⁴⁾の⁽²⁹⁵⁾の⁽²⁹⁶⁾の⁽²⁹⁷⁾の⁽²⁹⁸⁾の⁽²⁹⁹⁾の⁽³⁰⁰⁾の⁽³⁰¹⁾の⁽³⁰²⁾の⁽³⁰³⁾の⁽³⁰⁴⁾の⁽³⁰⁵⁾の⁽³⁰⁶⁾の⁽³⁰⁷⁾の⁽³⁰⁸⁾の⁽³⁰⁹⁾の⁽³¹⁰⁾の⁽³¹¹⁾の⁽³¹²⁾の⁽³¹³⁾の⁽³¹⁴⁾の⁽³¹⁵⁾の⁽³¹⁶⁾の⁽³¹⁷⁾の⁽³¹⁸⁾の⁽³¹⁹⁾の⁽³²⁰⁾の⁽³²¹⁾の⁽³²²⁾の⁽³²³⁾の⁽³²⁴⁾の⁽³²⁵⁾の⁽³²⁶⁾の⁽³²⁷⁾の⁽³²⁸⁾の⁽³²⁹⁾の⁽³³⁰⁾の⁽³³¹⁾の⁽³³²⁾の⁽³³³⁾の⁽³³⁴⁾の⁽³³⁵⁾の⁽³³⁶⁾の⁽³³⁷⁾の⁽³³⁸⁾の⁽³³⁹⁾の⁽³⁴⁰⁾の⁽³⁴¹⁾の⁽³⁴²⁾の⁽³⁴³⁾の⁽³⁴⁴⁾の⁽³⁴⁵⁾の⁽³⁴⁶⁾の⁽³⁴⁷⁾の⁽³⁴⁸⁾の⁽³⁴⁹⁾の⁽³⁵⁰⁾の⁽³⁵¹⁾の⁽³⁵²⁾の⁽³⁵³⁾の⁽³⁵⁴⁾の⁽³⁵⁵⁾の⁽³⁵⁶⁾の⁽³⁵⁷⁾の⁽³⁵⁸⁾の⁽³⁵⁹⁾の⁽³⁶⁰⁾の⁽³⁶¹⁾の⁽³⁶²⁾の⁽³⁶³⁾の⁽³⁶⁴⁾の⁽³⁶⁵⁾の⁽³⁶⁶⁾の⁽³⁶⁷⁾の⁽³⁶⁸⁾の⁽³⁶⁹⁾の⁽³⁷⁰⁾の⁽³⁷¹⁾の⁽³⁷²⁾の⁽³⁷³⁾の⁽³⁷⁴⁾の⁽³⁷⁵⁾の⁽³⁷⁶⁾の⁽³⁷⁷⁾の⁽³⁷⁸⁾の⁽³⁷⁹⁾の⁽³⁸⁰⁾の⁽³⁸¹⁾の⁽³⁸²⁾の⁽³⁸³⁾の⁽³⁸⁴⁾の⁽³⁸⁵⁾の⁽³⁸⁶⁾の⁽³⁸⁷⁾の⁽³⁸⁸⁾の⁽³⁸⁹⁾の⁽³⁹⁰⁾の⁽³⁹¹⁾の⁽³⁹²⁾の⁽³⁹³⁾の⁽³⁹⁴⁾の⁽³⁹⁵⁾の⁽³⁹⁶⁾の⁽³⁹⁷⁾の⁽³⁹⁸⁾の⁽³⁹⁹⁾の⁽⁴⁰⁰⁾の⁽⁴⁰¹⁾の⁽⁴⁰²⁾の⁽⁴⁰³⁾の⁽⁴⁰⁴⁾の⁽⁴⁰⁵⁾の⁽⁴⁰⁶⁾の⁽⁴⁰⁷⁾の⁽⁴⁰⁸⁾の⁽⁴⁰⁹⁾の⁽⁴¹⁰⁾の⁽⁴¹¹⁾の⁽⁴¹²⁾の⁽⁴¹³⁾の⁽⁴¹⁴⁾の⁽⁴¹⁵⁾の⁽⁴¹⁶⁾の⁽⁴¹⁷⁾の⁽⁴¹⁸⁾の⁽⁴¹⁹⁾の⁽⁴²⁰⁾の⁽⁴²¹⁾の⁽⁴²²⁾の⁽⁴²³⁾の⁽⁴²⁴⁾の⁽⁴²⁵⁾の⁽⁴²⁶⁾の⁽⁴²⁷⁾の⁽⁴²⁸⁾の⁽⁴²⁹⁾の⁽⁴³⁰⁾の⁽⁴³¹⁾の⁽⁴³²⁾の⁽⁴³³⁾の⁽⁴³⁴⁾の⁽⁴³⁵⁾の⁽⁴³⁶⁾の⁽⁴³⁷⁾の⁽⁴³⁸⁾の⁽⁴³⁹⁾の⁽⁴⁴⁰⁾の⁽⁴⁴¹⁾の⁽⁴⁴²⁾の⁽⁴⁴³⁾の⁽⁴⁴⁴⁾の⁽⁴⁴⁵⁾の⁽⁴⁴⁶⁾の⁽⁴⁴⁷⁾の⁽⁴⁴⁸⁾の⁽⁴⁴⁹⁾の⁽⁴⁵⁰⁾の⁽⁴⁵¹⁾の⁽⁴⁵²⁾の⁽⁴⁵³⁾の⁽⁴⁵⁴⁾の⁽⁴⁵⁵⁾の⁽⁴⁵⁶⁾の⁽⁴⁵⁷⁾の⁽⁴⁵⁸⁾の⁽⁴⁵⁹⁾の⁽⁴⁶⁰⁾の⁽⁴⁶¹⁾の⁽⁴⁶²⁾の⁽⁴⁶³⁾の⁽⁴⁶⁴⁾の⁽⁴⁶⁵⁾の⁽⁴⁶⁶⁾の⁽⁴⁶⁷⁾の⁽⁴⁶⁸⁾の⁽⁴⁶⁹⁾の⁽⁴⁷⁰⁾の⁽⁴⁷¹⁾の⁽⁴⁷²⁾の⁽⁴⁷³⁾の⁽⁴⁷⁴⁾の⁽⁴⁷⁵⁾の⁽⁴⁷⁶⁾の⁽⁴⁷⁷⁾の⁽⁴⁷⁸⁾の⁽⁴⁷⁹⁾の⁽⁴⁸⁰⁾の⁽⁴⁸¹⁾の⁽⁴⁸²⁾の⁽⁴⁸³⁾の⁽⁴⁸⁴⁾の⁽⁴⁸⁵⁾の⁽⁴⁸⁶⁾の⁽⁴⁸⁷⁾の⁽⁴⁸⁸⁾の⁽⁴⁸⁹⁾の⁽⁴⁹⁰⁾の⁽⁴⁹¹⁾の⁽⁴⁹²⁾の⁽⁴⁹³⁾の⁽⁴⁹⁴⁾の⁽⁴⁹⁵⁾の⁽⁴⁹⁶⁾の⁽⁴⁹⁷⁾の⁽⁴⁹⁸⁾の⁽⁴⁹⁹⁾の⁽⁵⁰⁰⁾の⁽⁵⁰¹⁾の⁽⁵⁰²⁾の⁽⁵⁰³⁾の⁽⁵⁰⁴⁾の⁽⁵⁰⁵⁾の⁽⁵⁰⁶⁾の⁽⁵⁰⁷⁾の⁽⁵⁰⁸⁾の⁽⁵⁰⁹⁾の⁽⁵¹⁰⁾の⁽⁵¹¹⁾の⁽⁵¹²⁾の⁽⁵¹³⁾の⁽⁵¹⁴⁾の⁽⁵¹⁵⁾の⁽⁵¹⁶⁾の⁽⁵¹⁷⁾の⁽⁵¹⁸⁾の⁽⁵¹⁹⁾の⁽⁵²⁰⁾の⁽⁵²¹⁾の⁽⁵²²⁾の⁽⁵²³⁾の⁽⁵²⁴⁾の⁽⁵²⁵⁾の⁽⁵²⁶⁾の⁽⁵²⁷⁾の⁽⁵²⁸⁾の⁽⁵²⁹⁾の⁽⁵³⁰⁾の⁽⁵³¹⁾の⁽⁵³²⁾の⁽⁵³³⁾の⁽⁵³⁴⁾の⁽⁵³⁵⁾の⁽⁵³⁶⁾の⁽⁵³⁷⁾の⁽⁵³⁸⁾の⁽⁵³⁹⁾の⁽⁵⁴⁰⁾の⁽⁵⁴¹⁾の⁽⁵⁴²⁾の⁽⁵⁴³⁾の⁽⁵⁴⁴⁾の⁽⁵⁴⁵⁾の⁽⁵⁴⁶⁾の⁽⁵⁴⁷⁾の⁽⁵⁴⁸⁾の⁽⁵⁴⁹⁾の⁽⁵⁵⁰⁾の⁽⁵⁵¹⁾の⁽⁵⁵²⁾の⁽⁵⁵³⁾の⁽⁵⁵⁴⁾の⁽⁵⁵⁵⁾の⁽⁵⁵⁶⁾の⁽⁵⁵⁷⁾の⁽⁵⁵⁸⁾の⁽⁵⁵⁹⁾の⁽⁵⁶⁰⁾の⁽⁵⁶¹⁾の⁽⁵⁶²⁾の⁽⁵⁶³⁾の⁽⁵⁶⁴⁾の⁽⁵⁶⁵⁾の⁽⁵⁶⁶⁾の⁽⁵⁶⁷⁾の⁽⁵⁶⁸⁾の⁽⁵⁶⁹⁾の⁽⁵⁷⁰⁾の⁽⁵⁷¹⁾の⁽⁵⁷²⁾の⁽⁵⁷³⁾の⁽⁵⁷⁴⁾の⁽⁵⁷⁵⁾の⁽⁵⁷⁶⁾の⁽⁵⁷⁷⁾の⁽⁵⁷⁸⁾の⁽⁵⁷⁹⁾の⁽⁵⁸⁰⁾の⁽⁵⁸¹⁾の⁽⁵⁸²⁾の⁽⁵⁸³⁾の⁽⁵⁸⁴⁾の⁽⁵⁸⁵⁾の⁽⁵⁸⁶⁾の⁽⁵⁸⁷⁾の⁽⁵⁸⁸⁾の⁽⁵⁸⁹⁾の⁽⁵⁹⁰⁾の⁽⁵⁹¹⁾の⁽⁵⁹²⁾の⁽⁵⁹³⁾の⁽⁵⁹⁴⁾の⁽⁵⁹⁵⁾の⁽⁵⁹⁶⁾の⁽⁵⁹⁷⁾の⁽⁵⁹⁸⁾の⁽⁵⁹⁹⁾の⁽⁶⁰⁰⁾の⁽⁶⁰¹⁾の⁽⁶⁰²⁾の⁽⁶⁰³⁾の⁽⁶⁰⁴⁾の⁽⁶⁰⁵⁾の⁽⁶⁰⁶⁾の⁽⁶⁰⁷⁾の⁽⁶⁰⁸⁾の⁽⁶⁰⁹⁾の⁽⁶¹⁰⁾の⁽⁶¹¹⁾の⁽⁶¹²⁾の⁽⁶¹³⁾の⁽⁶¹⁴⁾の⁽⁶¹⁵⁾の⁽⁶¹⁶⁾の⁽⁶¹⁷⁾の⁽⁶¹⁸⁾の⁽⁶¹⁹⁾の⁽⁶²⁰⁾の⁽⁶²¹⁾の⁽⁶²²⁾の⁽⁶²³⁾の⁽⁶²⁴⁾の⁽⁶²⁵⁾の⁽⁶²⁶⁾の⁽⁶²⁷⁾の⁽⁶²⁸⁾の⁽⁶²⁹⁾の⁽⁶³⁰⁾の⁽⁶³¹⁾の⁽⁶³²⁾の⁽⁶³³⁾の⁽⁶³⁴⁾の⁽⁶³⁵⁾の⁽⁶³⁶⁾の⁽⁶³⁷⁾の⁽⁶³⁸⁾の⁽⁶³⁹⁾の⁽⁶⁴⁰⁾の⁽⁶⁴¹⁾の⁽⁶⁴²⁾の⁽⁶⁴³⁾の⁽⁶⁴⁴⁾の⁽⁶⁴⁵⁾の⁽⁶⁴⁶⁾の⁽⁶⁴⁷⁾の⁽⁶⁴⁸⁾の⁽⁶⁴⁹⁾の⁽⁶⁵⁰⁾の⁽⁶⁵¹⁾の⁽⁶⁵²⁾の⁽⁶⁵³⁾の⁽⁶⁵⁴⁾の⁽⁶⁵⁵⁾の⁽⁶⁵⁶⁾の⁽⁶⁵⁷⁾の⁽⁶⁵⁸⁾の⁽⁶⁵⁹⁾の⁽⁶⁶⁰⁾の⁽⁶⁶¹⁾の⁽⁶⁶²⁾の⁽⁶⁶³⁾の⁽⁶⁶⁴⁾の⁽⁶⁶⁵⁾の⁽⁶⁶⁶⁾の⁽⁶⁶⁷⁾の⁽⁶⁶⁸⁾の⁽⁶⁶⁹⁾の⁽⁶⁷⁰⁾の⁽⁶⁷¹⁾の⁽⁶⁷²⁾の⁽⁶⁷³⁾の⁽⁶⁷⁴⁾の⁽⁶⁷⁵⁾の⁽⁶⁷⁶⁾の⁽⁶⁷⁷⁾の⁽⁶⁷⁸⁾の⁽⁶⁷⁹⁾の⁽⁶⁸⁰⁾の⁽⁶⁸¹⁾の⁽⁶⁸²⁾の⁽⁶⁸³⁾の⁽⁶⁸⁴⁾の⁽⁶⁸⁵⁾の⁽⁶⁸⁶⁾の⁽⁶⁸⁷⁾の⁽⁶⁸⁸⁾の⁽⁶⁸⁹⁾の⁽⁶⁹⁰⁾の⁽⁶⁹¹⁾の⁽⁶⁹²⁾の⁽⁶⁹³⁾の⁽⁶⁹⁴⁾の⁽⁶⁹⁵⁾の⁽⁶⁹⁶⁾の⁽⁶⁹⁷⁾の⁽⁶⁹⁸⁾の⁽⁶⁹⁹⁾の⁽⁷⁰⁰⁾の⁽⁷⁰¹⁾の⁽⁷⁰²⁾の⁽⁷⁰³⁾の⁽⁷⁰⁴⁾の⁽⁷⁰⁵⁾の⁽⁷⁰⁶⁾の⁽⁷⁰⁷⁾の⁽⁷⁰⁸⁾の⁽⁷⁰⁹⁾の⁽⁷¹⁰⁾の⁽⁷¹¹⁾の⁽⁷¹²⁾の⁽⁷¹³⁾の⁽⁷¹⁴⁾の⁽⁷¹⁵⁾の⁽⁷¹⁶⁾の⁽⁷¹⁷⁾の⁽⁷¹⁸⁾の⁽⁷¹⁹⁾の⁽⁷²⁰⁾の⁽⁷²¹⁾の⁽⁷²²⁾の⁽⁷²³⁾の⁽⁷²⁴⁾の⁽⁷²⁵⁾の⁽⁷²⁶⁾の⁽⁷²⁷⁾の⁽⁷²⁸⁾の⁽⁷²⁹⁾の⁽⁷³⁰⁾の⁽⁷³¹⁾の⁽⁷³²⁾の⁽⁷³³⁾の⁽⁷³⁴⁾の⁽⁷³⁵⁾の⁽⁷³⁶⁾の⁽⁷³⁷⁾の⁽⁷³⁸⁾の⁽⁷³⁹⁾の⁽⁷⁴⁰⁾の⁽⁷⁴¹⁾の⁽⁷⁴²⁾の⁽⁷⁴³⁾の⁽⁷⁴⁴⁾の⁽⁷⁴⁵⁾の⁽⁷⁴⁶⁾の⁽⁷⁴⁷⁾の⁽⁷⁴⁸⁾の⁽⁷⁴⁹⁾の⁽⁷⁵⁰⁾の⁽⁷⁵¹⁾の⁽⁷⁵²⁾の⁽⁷⁵³⁾の⁽⁷⁵⁴⁾の⁽⁷⁵⁵⁾の⁽⁷⁵⁶⁾の⁽⁷⁵⁷⁾の⁽⁷⁵⁸⁾の⁽⁷⁵⁹⁾の⁽⁷⁶⁰⁾の⁽⁷⁶¹⁾の⁽⁷⁶²⁾の⁽⁷⁶³⁾の⁽⁷⁶⁴⁾の⁽⁷⁶⁵⁾の⁽⁷⁶⁶⁾の⁽⁷⁶⁷⁾の⁽⁷⁶⁸⁾の⁽⁷⁶⁹⁾の⁽⁷⁷⁰⁾の⁽⁷⁷¹⁾の⁽⁷⁷²⁾の⁽⁷⁷³⁾の⁽⁷⁷⁴⁾の⁽⁷⁷⁵⁾の⁽⁷⁷⁶⁾の⁽⁷⁷⁷⁾の⁽⁷⁷⁸⁾の⁽⁷⁷⁹⁾の⁽⁷⁸⁰⁾の⁽⁷⁸¹⁾の⁽⁷⁸²⁾の⁽⁷⁸³⁾の⁽⁷⁸⁴⁾の⁽⁷⁸⁵⁾の⁽⁷⁸⁶⁾の⁽⁷⁸⁷⁾の⁽⁷⁸⁸⁾の⁽⁷⁸⁹⁾の⁽⁷⁹⁰⁾の⁽⁷⁹¹⁾の⁽⁷⁹²⁾の⁽⁷⁹³⁾の⁽⁷⁹⁴⁾の⁽⁷⁹⁵⁾の⁽⁷⁹⁶⁾の⁽⁷⁹⁷⁾の⁽⁷⁹⁸⁾の⁽⁷⁹⁹⁾の⁽⁸⁰⁰⁾の⁽⁸⁰¹⁾の⁽⁸⁰²⁾の⁽⁸⁰³⁾の⁽⁸⁰⁴⁾の⁽⁸⁰⁵⁾の⁽⁸⁰⁶⁾の⁽⁸⁰⁷⁾の⁽⁸⁰⁸⁾の⁽⁸⁰⁹⁾の⁽⁸¹⁰⁾の⁽⁸¹¹⁾の⁽⁸¹²⁾の⁽⁸¹³⁾の⁽⁸¹⁴⁾の⁽⁸¹⁵⁾の⁽⁸¹⁶⁾の⁽⁸¹⁷⁾の⁽⁸¹⁸⁾の⁽⁸¹⁹⁾の⁽⁸²⁰⁾の⁽⁸²¹⁾の⁽⁸²²⁾の⁽⁸²³⁾の⁽⁸²⁴⁾の⁽⁸²⁵⁾の⁽⁸²⁶⁾の⁽⁸²⁷⁾の⁽⁸²⁸⁾の⁽⁸²⁹⁾の⁽⁸³⁰⁾の⁽⁸³¹⁾の⁽⁸³²⁾の⁽⁸³³⁾の⁽⁸³⁴⁾の⁽⁸³⁵⁾の⁽⁸³⁶⁾の⁽⁸³⁷⁾の⁽⁸³⁸⁾の⁽⁸³⁹⁾の⁽⁸⁴⁰⁾の⁽⁸⁴¹⁾の⁽⁸⁴²⁾の⁽⁸⁴³⁾の⁽⁸⁴⁴⁾の⁽⁸⁴⁵⁾の⁽⁸⁴⁶⁾の⁽⁸⁴⁷⁾の⁽⁸⁴⁸⁾の⁽⁸⁴⁹⁾の⁽⁸⁵⁰⁾の⁽⁸⁵¹⁾の⁽⁸⁵²⁾の⁽⁸⁵³⁾の⁽⁸⁵⁴⁾の⁽⁸⁵⁵⁾の⁽⁸⁵⁶⁾の⁽⁸⁵⁷⁾の⁽⁸⁵⁸⁾の⁽⁸⁵⁹⁾の⁽⁸⁶⁰⁾の⁽⁸⁶¹⁾の⁽⁸⁶²⁾の⁽⁸⁶³⁾の⁽⁸⁶⁴⁾の⁽⁸⁶⁵⁾の⁽⁸⁶⁶⁾の⁽⁸⁶⁷⁾の⁽⁸⁶⁸⁾の⁽⁸⁶⁹⁾の⁽⁸⁷⁰⁾の⁽⁸⁷¹⁾の⁽⁸⁷²⁾の⁽⁸⁷³⁾の⁽⁸⁷⁴⁾の⁽⁸⁷⁵⁾の⁽⁸⁷⁶⁾の⁽⁸⁷⁷⁾の⁽⁸⁷⁸⁾の⁽⁸⁷⁹⁾の⁽⁸⁸⁰⁾の⁽⁸⁸¹⁾の⁽⁸⁸²⁾の⁽⁸⁸³⁾の⁽⁸⁸⁴⁾の⁽⁸⁸⁵⁾の⁽⁸⁸⁶⁾の⁽⁸⁸⁷⁾の⁽⁸⁸⁸⁾の⁽⁸⁸⁹⁾の⁽⁸⁹⁰⁾の⁽⁸⁹¹⁾の⁽⁸⁹²⁾の⁽⁸⁹³⁾の⁽⁸⁹⁴⁾の⁽⁸⁹⁵⁾の⁽⁸⁹⁶⁾の⁽⁸⁹⁷⁾の⁽⁸⁹⁸⁾の⁽⁸⁹⁹⁾の⁽⁹⁰⁰⁾の⁽⁹⁰¹⁾の⁽⁹⁰²⁾の⁽⁹⁰³⁾の⁽⁹⁰⁴⁾の⁽⁹⁰⁵⁾の⁽⁹⁰⁶⁾の⁽⁹⁰⁷⁾の⁽⁹⁰⁸⁾の⁽⁹⁰⁹⁾の⁽⁹¹⁰⁾の⁽⁹¹¹⁾の⁽⁹¹²⁾の⁽⁹¹³⁾の⁽⁹¹⁴⁾の⁽⁹¹⁵⁾の⁽⁹¹⁶⁾の⁽⁹¹⁷⁾の⁽⁹¹⁸⁾の⁽⁹¹⁹⁾の⁽⁹²⁰⁾の⁽⁹²¹⁾の⁽⁹²²⁾の⁽⁹²³⁾の⁽⁹²⁴⁾の⁽⁹²⁵⁾の⁽⁹²⁶⁾の⁽⁹²⁷⁾の⁽⁹²⁸⁾の⁽⁹²⁹⁾の⁽⁹³⁰⁾の⁽⁹³¹⁾の⁽⁹³²⁾の⁽⁹³³⁾の⁽⁹³⁴⁾の⁽⁹³⁵⁾の⁽⁹³⁶⁾の⁽⁹³⁷⁾の⁽⁹³⁸⁾の⁽⁹³⁹⁾の⁽⁹⁴⁰⁾の⁽⁹⁴¹⁾の⁽⁹⁴²⁾の⁽⁹⁴³⁾の⁽⁹⁴⁴⁾の⁽⁹⁴⁵⁾の⁽⁹⁴⁶⁾の⁽⁹⁴⁷⁾の⁽⁹⁴⁸⁾の⁽⁹⁴⁹⁾の⁽⁹⁵⁰⁾の⁽⁹⁵¹⁾の⁽⁹⁵²⁾の⁽⁹⁵³⁾の⁽⁹⁵⁴⁾の⁽⁹⁵⁵⁾の⁽⁹⁵⁶⁾の⁽⁹⁵⁷⁾の⁽⁹⁵⁸⁾の⁽⁹⁵⁹⁾の⁽⁹⁶⁰⁾の⁽⁹⁶¹⁾の⁽⁹⁶²⁾の⁽⁹⁶³⁾の⁽⁹⁶⁴⁾の⁽⁹⁶⁵⁾の⁽⁹⁶⁶⁾の⁽⁹⁶⁷⁾の⁽⁹⁶⁸⁾の⁽⁹⁶⁹⁾の⁽⁹⁷⁰⁾の⁽⁹⁷¹⁾の⁽⁹⁷²⁾の⁽⁹⁷³⁾の⁽⁹⁷⁴⁾の⁽⁹⁷⁵⁾の⁽⁹⁷⁶⁾の⁽⁹⁷⁷⁾の⁽⁹⁷⁸⁾の⁽⁹⁷⁹⁾の⁽⁹⁸⁰⁾の⁽⁹⁸¹⁾の⁽⁹⁸²⁾の⁽⁹⁸³⁾の⁽⁹⁸⁴⁾の⁽⁹⁸⁵⁾の⁽⁹⁸⁶⁾の⁽⁹⁸⁷⁾の⁽⁹⁸⁸⁾の⁽⁹⁸⁹⁾の⁽⁹⁹⁰⁾の⁽⁹⁹¹⁾の⁽⁹⁹²⁾の⁽⁹⁹³⁾の⁽⁹⁹⁴⁾の⁽⁹⁹⁵⁾の⁽⁹⁹⁶⁾の⁽⁹⁹⁷⁾の⁽⁹⁹⁸⁾の⁽⁹⁹⁹⁾の⁽¹⁰⁰⁰⁾の⁽¹⁰⁰¹⁾の⁽¹⁰⁰²⁾の⁽¹⁰⁰³⁾の⁽¹⁰⁰⁴⁾の⁽¹⁰⁰⁵⁾の⁽¹⁰⁰⁶⁾の⁽¹⁰⁰⁷⁾の⁽¹⁰⁰⁸⁾の⁽¹⁰⁰⁹⁾の⁽¹⁰¹⁰⁾の⁽¹⁰¹¹⁾の⁽¹⁰¹²⁾の⁽¹⁰¹³⁾の⁽¹⁰¹⁴⁾の⁽¹⁰¹⁵⁾の⁽¹⁰¹⁶⁾の⁽¹⁰¹⁷⁾

本丸搦手馬出石垣の修復勾配について

1 東面石垣の検討

(1) 検討の前提

- ・ 修復にともなう解体範囲および孕み出しが生じている範囲は、天和期に積み替えられたと推定される範囲内におさまっている（資料 7-1）。
- ・ 孕み出しが生じている部分の断面はNo.6～No.28（資料 7-2）。
- ・ 孕み出しが生じているのは、石垣の中位から下位の部分（資料 7-2）。
- ・ 変状が生じている部分を、変状が生じる前の形状に修復することを目標とする。

(2) 検 討

- ・ 他城郭においては、変状が生じていない、あるいは変状の小さい部分の石垣勾配をもとに、修復勾配を検討しているところが多い。
- ・ 孕み出しが生じていないNo.38断面の勾配のつけ方について検討する。
- ・ 承応四年（1655）の「石垣築様目録」、延宝八年（1680）の「石垣秘伝之書」、宝暦五年（1755）の「石墻書」によれば、石垣勾配は高さ1間（6尺5寸）に対する仰（直角三角形の底辺の長さ）で決めている。
- ・ 「石垣築様目録」等にもとづいて、No.38断面の勾配のつけ方を検討すると、1間目から4間目までは基本的に矩勾配であるのに対し、5間目から反りがつくことがわかる（資料 7-3）。
※1間目から8間目の高さは、天和期の積み替え開始の高さを基準とする。
- ・ No.38断面の検討を踏まえると、No.6～No.28断面の孕み出しが生じている部分は、下位の矩勾配の部分にあたと推定される。
- ・ No.6～No.28断面の1間目から4間目を矩勾配として、仰の長さを計測すると、No.38断面の仰の値と近似する（資料 7-3）。
- ・ 以上より、No.38断面を、No.6～No.28の孕み出しが生じている部分の修復ラインとして用いることができると考えられる。
- ・ 資料 7-4は、孕み出しが生じているNo.6～No.28およびNo.34の断面に、No.38の断面を重ねた図。5間目より上の反りがつく部分の勾配は、北東隅の隅角部に向かって徐々に反りが強くなっていくことがわかる。

(3) 「石垣秘伝之書」等との比較

- ・ 孕み出しが生じているNo.14断面について、孕み出しが生じている部分にNo.38の断面を重ねた図と、「石垣秘伝之書」にもとづく勾配、名古屋城大天守台石垣の宝暦大修理にかかる史料「御石垣屋形図」にもとづく勾配とを比較する（資料7-5）。
- ・ 「石垣秘伝之書」、「御石垣屋形図」いずれの勾配とも整合しない。

(4) 方針

- ・ No.6～No.28の孕み出しが生じている部分の修復勾配として、No.38断面の該当する高さの断面を用いることとする（資料7-6）。

2 北面石垣の検討

(1) 検討の前提

- ・ 孕み出しが生じている範囲は、天和期に積み替えられたと推定される範囲から築城時の部分にかけての範囲（資料7-1）。
- ・ 孕み出しが生じている部分の断面はNo.3～14（資料7-2）。
- ・ 東面と同様に、孕み出しが生じているのは、石垣の中位から下位の部分（資料7-2）。
- ・ 東面と異なる点として、櫓台部分の石垣について、下位の勾配が東から西に向かって、徐々にきつくなっていく（資料7-2）。これは、櫓台部分の石垣と、櫓台より西側の石垣の高さが異なるため、高さの高い石垣は、低い石垣に対して、下部の勾配を緩くする必要があり、両者の石垣勾配の摺り合わせを行った結果、勾配が変化していると考えられる。
- ・ 東面と同様に変状が生じている部分を、変状が生じる前の形状に修復することを目標とする。

(2) 検討

- ・ 東面と同様に、変状していない断面を用いて、変状が生じている部分の変状前の勾配を検討する。
- ・ 先に述べた「石垣築様目録」等にもとづいて、孕み出しが生じていないNo.1断面の勾配のつけ方を検討すると、東面と同様に5間目から反りがつく（資料7-3）。1間目から4間目は、1間目がややきつく立ち上がるが、2間目から4間目は基本的に矩勾配となる。
- ・ No.3～No.10断面の孕み出し部分の検討にあたっては、No.1断面を用

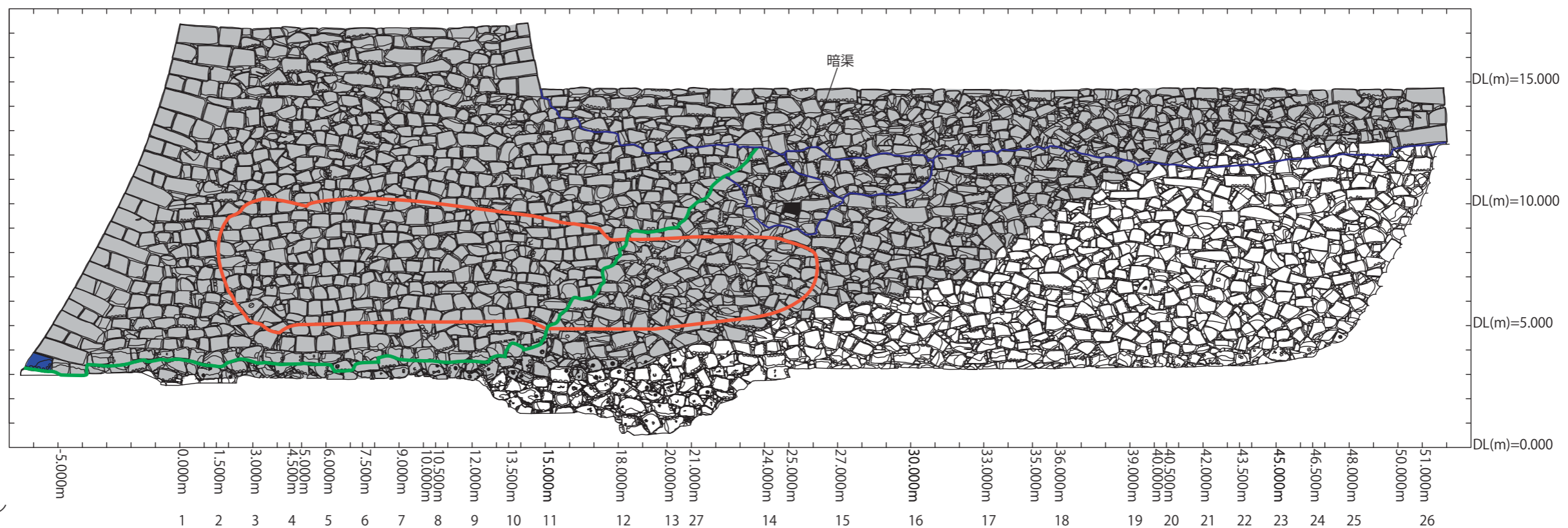
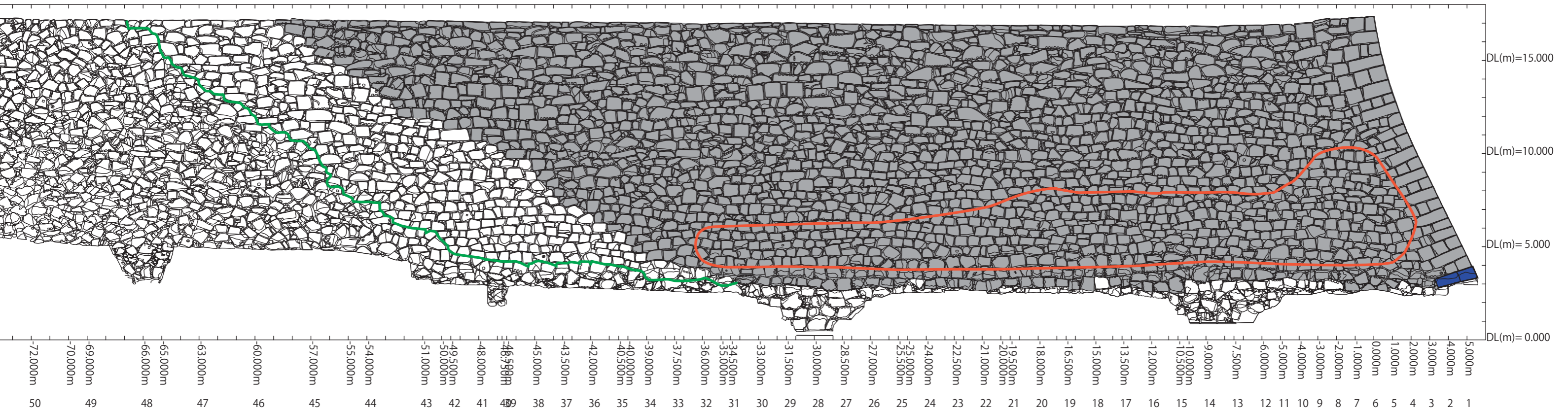
いるが、4間目以下の矩勾配部分は西に向かって徐々に急になっていくため、各断面の4間目の高さのポイントを通るように、No.1断面水平方向の幅を調整する。幅を調整してNo.1断面を重ねた図が資料7-4。

- 高さの低いNo.11～No.14断面の孕み出し部分の検討にあたっては、孕み出しが生じていないNo.16の断面を用いて、重ねる（資料7-4）

(3) 方針

- No.3～10の孕み出しが生じている部分の修復勾配として、No.1断面の該当する高さの断面を調整して用い、No.11～No.14については、No.16の断面の該当部分を修復勾配として用いることとする（資料7-6）。

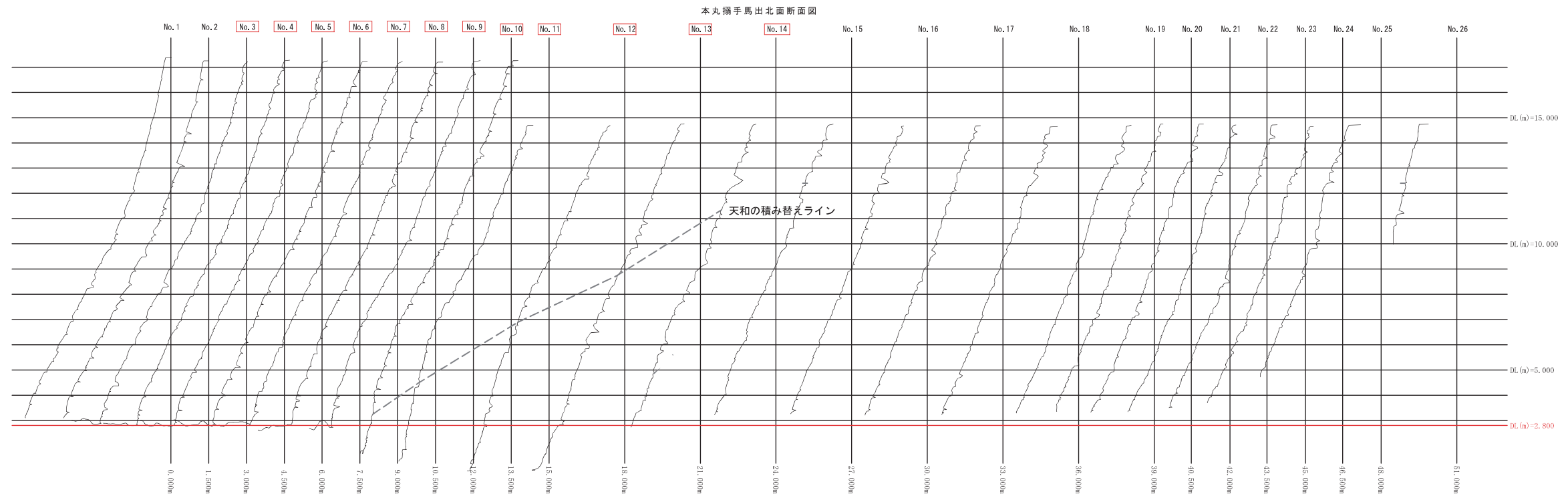
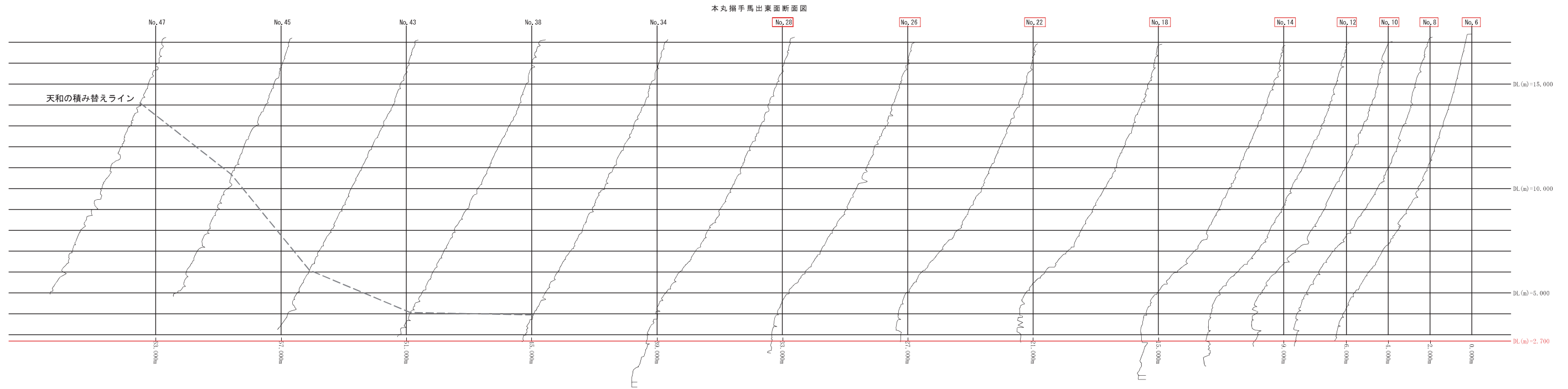
平成 30 年度石垣解体予定範囲



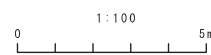
- 孕み出しの範囲
- 天和の積み替えライン
- 近世～近代の積み替えライン

0 (S=1:200) 10m ※ 標高は T.P. 値で表示

- 解体済範囲
- 平成 30 年度隅角石調査範囲



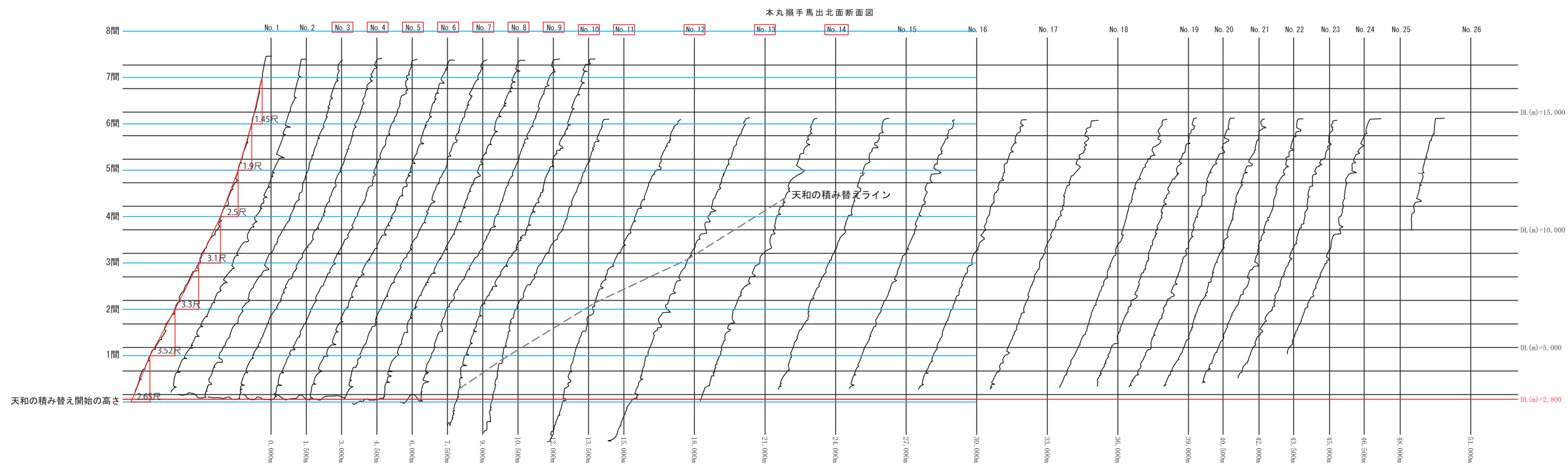
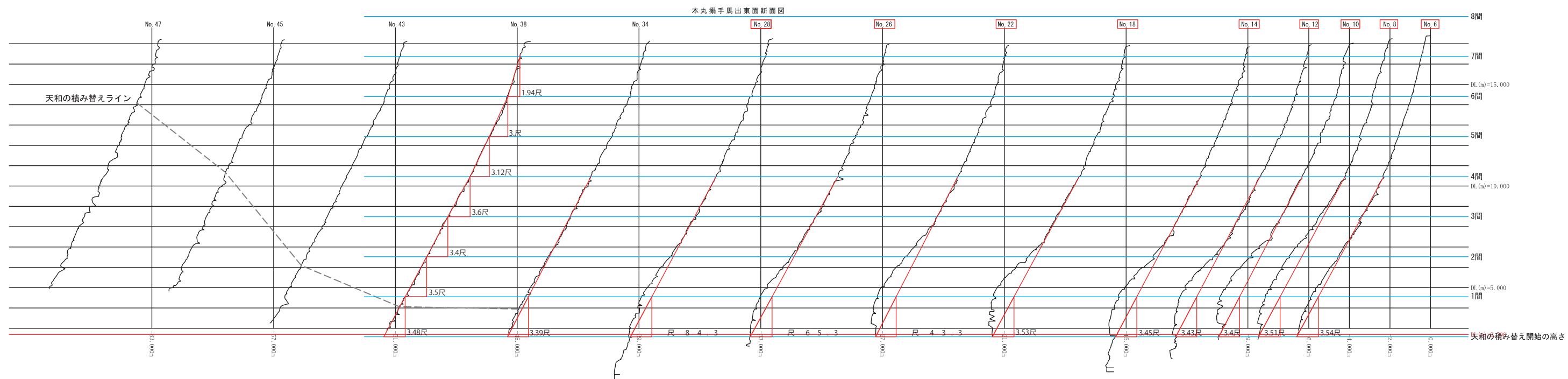
断面ラインのNoが赤線で囲まれているものは、孕み出しが生じている断面ライン



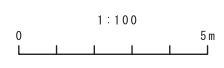
既測線 (解体前)

本丸搦手馬出周辺石垣断面図	
名古屋城本丸搦手馬出周辺石垣積み直し調査設計委託	
場所	名古屋市中区本丸1号(名古屋城内)
縮尺	1:100
平成28年度	2017.3.31
調査・設計機関	加藤建設株式会社

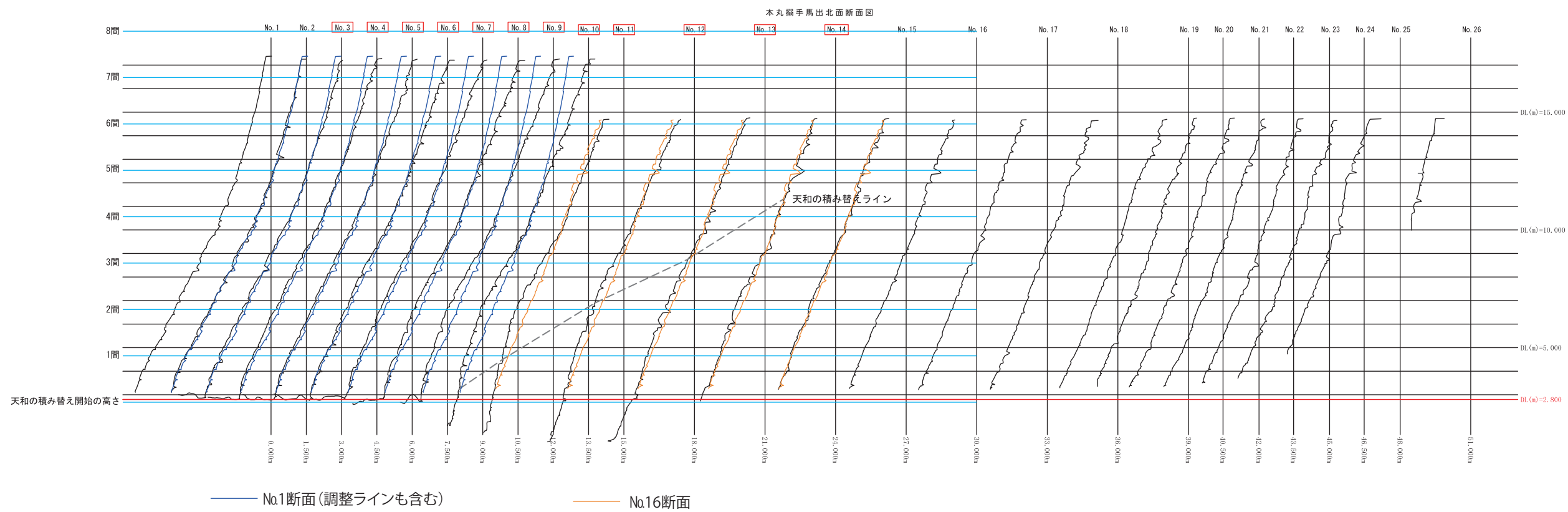
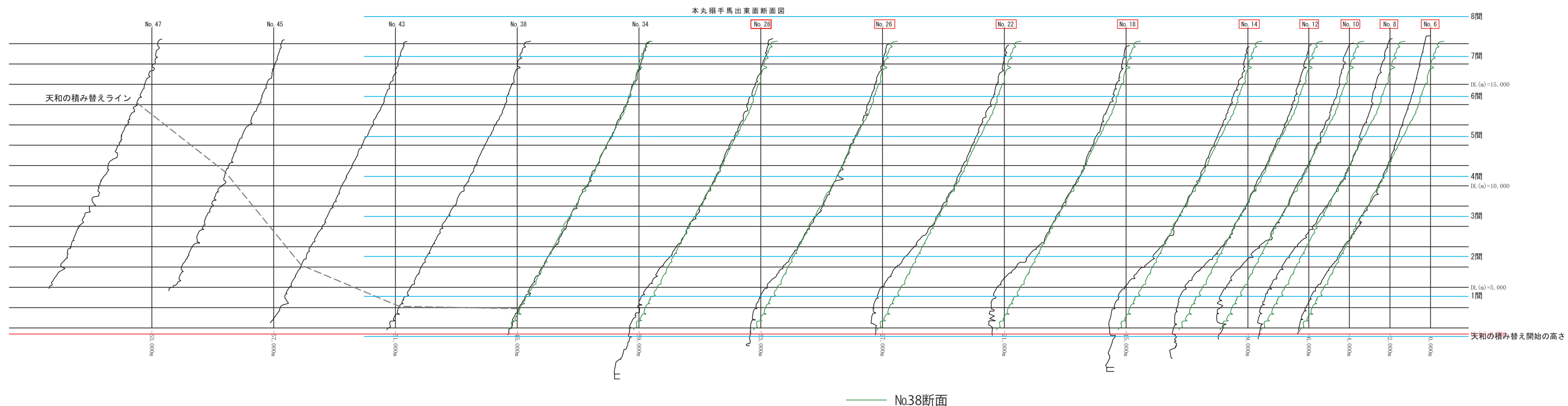
本丸搦手馬出石垣修復勾配検討図①



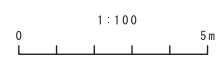
既測線(解体前)



本丸搦手馬出周辺石垣断面図	
名古屋城本丸搦手馬出周辺石垣積み直し調査設計委託	
場所	名古屋市中区本丸1号(名古屋城内)
縮尺	1:100
平成28年度	2017.3.31
調査・設計機関	加藤建設株式会社

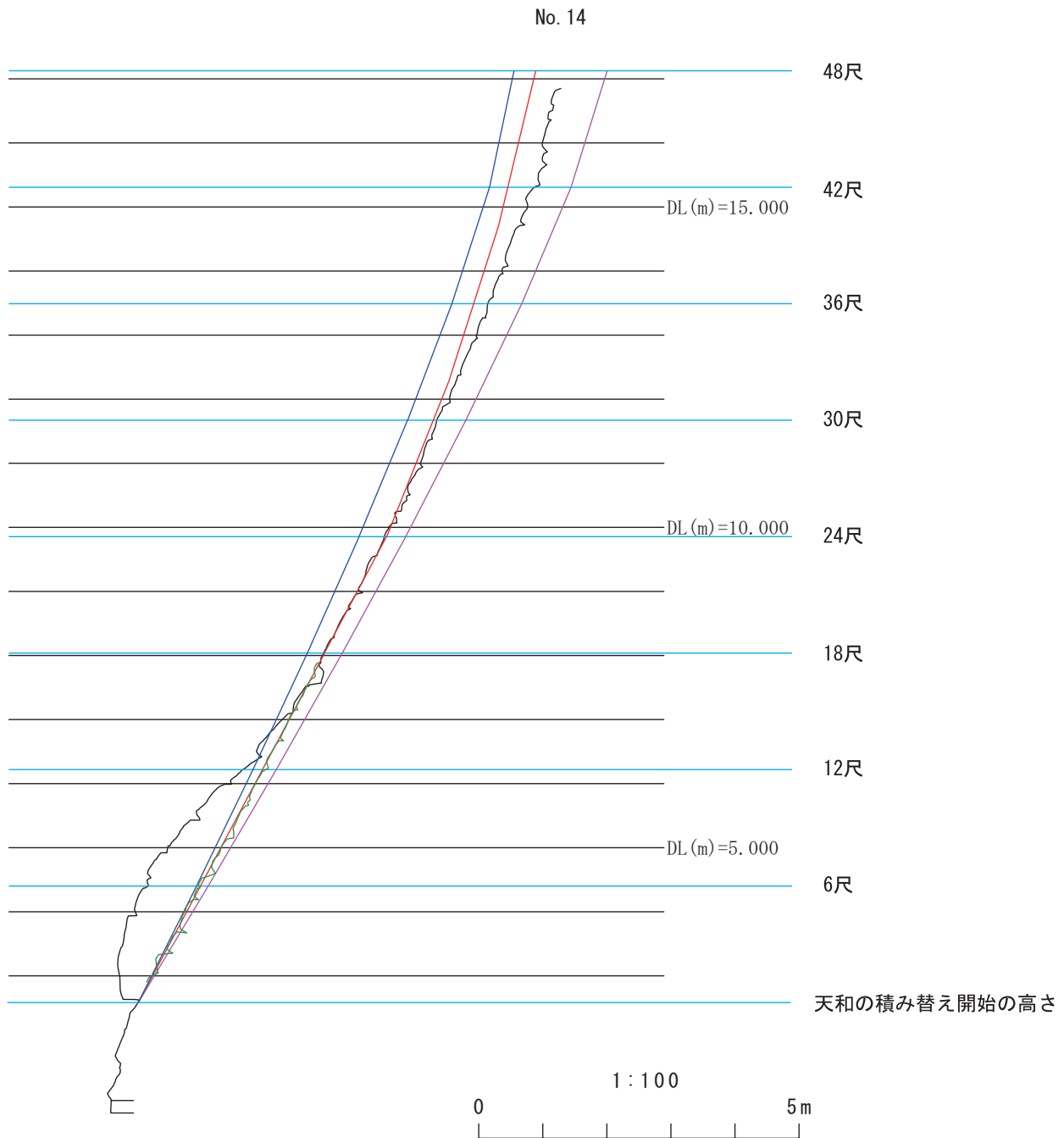


既測線 (解体前)

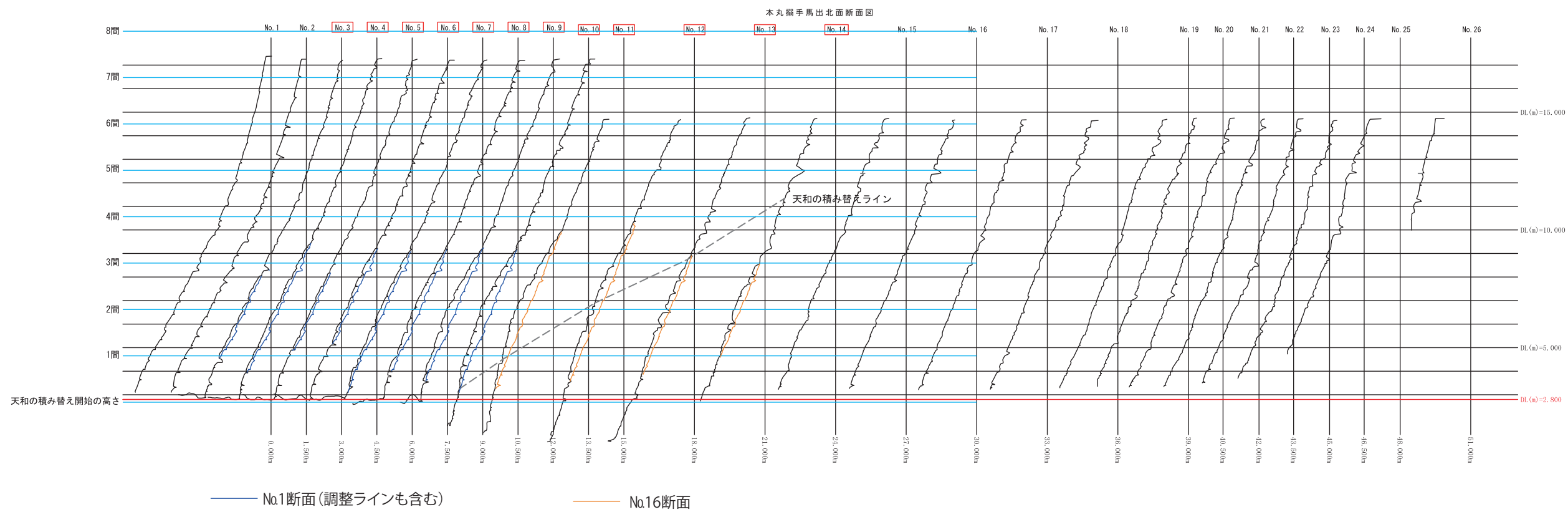
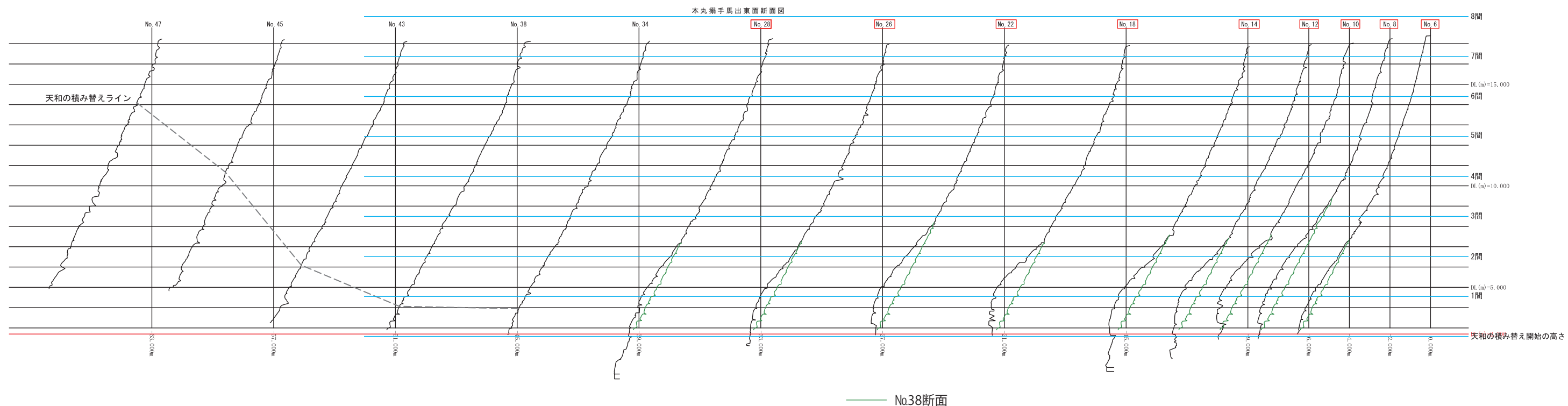


本丸搦手馬出周辺石垣断面図	
名古屋城本丸搦手馬出周辺石垣積み直し調査設計委託	
場所	名古屋市中区本丸1号(名古屋城内)
縮尺	1:100
平成28年度	2017.3.31
調査・設計機関	加藤建設株式会社

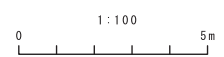
本丸搦手馬出東面No.14 断面図



- No.38 断面ライン
- 石垣秘伝之書 (打出 4 分・5 分ノリ)
- 石垣秘伝之書 (打出 5 分・6 分ノリ)
- 御石垣屋形図の勾配のつけ方 (下部の矩勾配部分の仰を 3 尺 2 寸に設定)

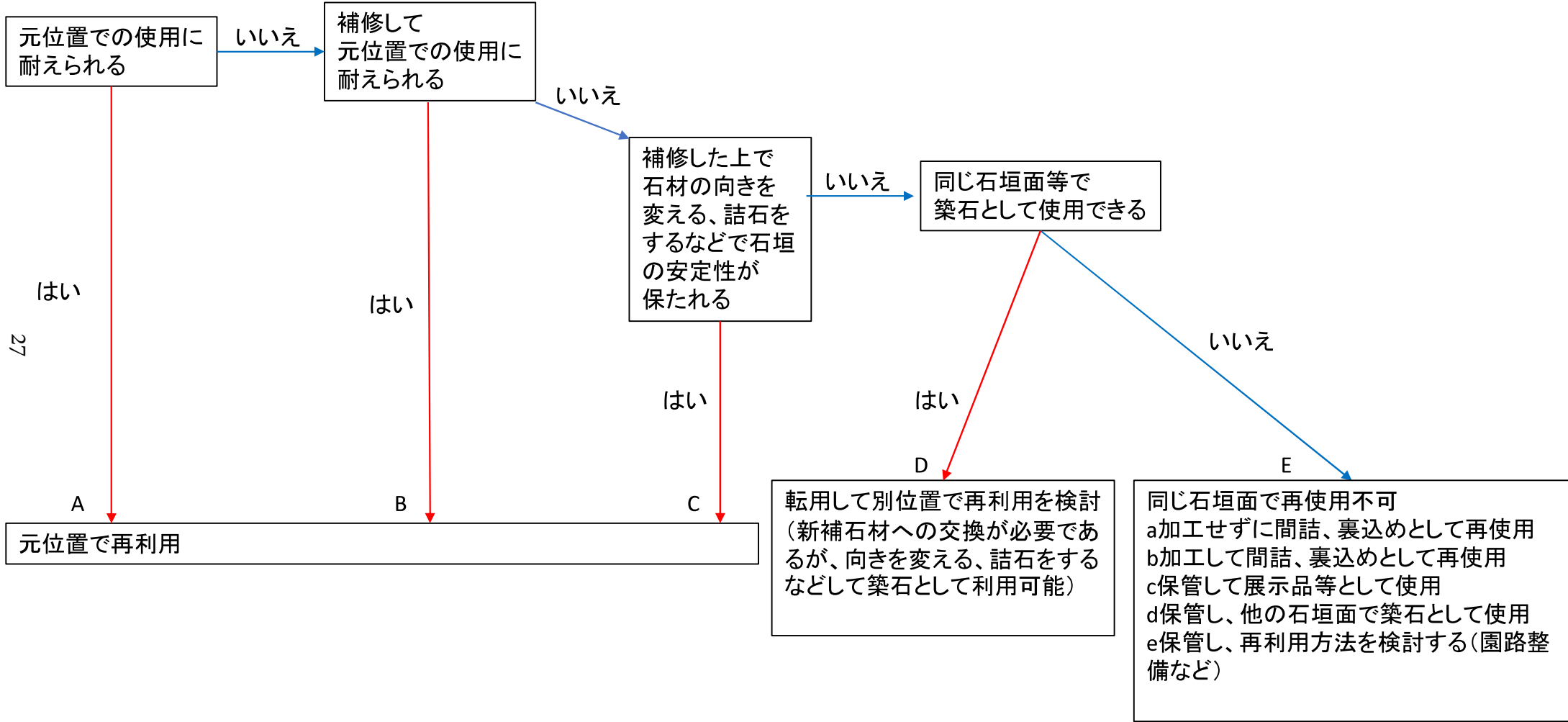


既測線 (解体前)



本丸搦手馬出周辺石垣断面図	
名古屋城本丸搦手馬出周辺石垣積み直し調査設計委託	
場所	名古屋市中区本丸1号(名古屋城内)
縮尺	1:100
平成28年度	2017.3.31
調査・設計機関	加藤建設株式会社

石材再使用フロー



石材調査の基準

○石材の状態の分類

種別	内容	評価区分(右表を参照)
1	問題なし	A
2	石材が破断している	A・B・C・D・E
3	石材に亀裂が入っている	A・B・C・D・E
4	石材が剥離・剥落している	A・B・C・D・E
5	石材が風化等により劣化	A・B・C・D・E
6	石材が火災による損傷により劣化	A・B・C・D・E
7	控えが極端に短くなっている	A
8	控えが左右どちらかに寄っている	A
9	背面石尻が極端に小さくなっている	A
10	控えが上がっている	A
11	その他、不安定な状態(逆さ石など)	A

○再使用の評価区分

区分		内容
A	元位置で再使用	現状のままで再使用が可能
B	旧材を補修して元位置で再使用	補修して再使用が可能
C	旧材の向きを変える等して元位置で再使用	向きを変える・周りに詰石をする等して再使用が可能
D	転用して別位置で再利用	新補石材への交換が必要だが、向きを変える・周りに詰石をする等して築石として転用可能
E	築石として同じ石垣面で再使用不可	新補石材への交換が必要で転用が不可能

○石材補修方法について

石材の状態		石材補修	使用アンカーピン	石材補修(修復)内容				
				石片の接合	アンカーピン固定	ダボピン接合	目地部等の修復	
				エポキシ樹脂による接着	石材を接着後(仮固定後)外側からアンカーピン打込で固定	接着前に削孔し内部にダボピン挿入	石粉等で仕上げを行う	
ごく薄い浮き ごく軽いひび割れ		パターン①	なし	○	-	-	なし	水等の侵入を防ぐ必要のある場合のみ施工 浸透性の接着剤を使用
接合破片は小		パターン②	なし	○	-	-	○	
接合破片は中		パターン③	SUS全ねじφ6mm～12mm L≒200mm	○	○	○	○	
未貫通の細い亀裂 (写真では分かりにくい程度)		パターン④	SUS全ねじφ6mm～20mm L≒200～500mm	○	○	-	なし	
貫通した明瞭な亀裂		パターン⑤	SUS全ねじφ6mm～20mm L≒200～500mm	○	○	-	○	
接合破片大の破断		パターン⑥	SUS全ねじφ6mm～20mm L≒200～500mm	○	○	○	○	
接合破片大+接合破片中の破断		パターン⑦	SUS全ねじφ6mm～20mm L≒200～500mm	○	○	○	○	

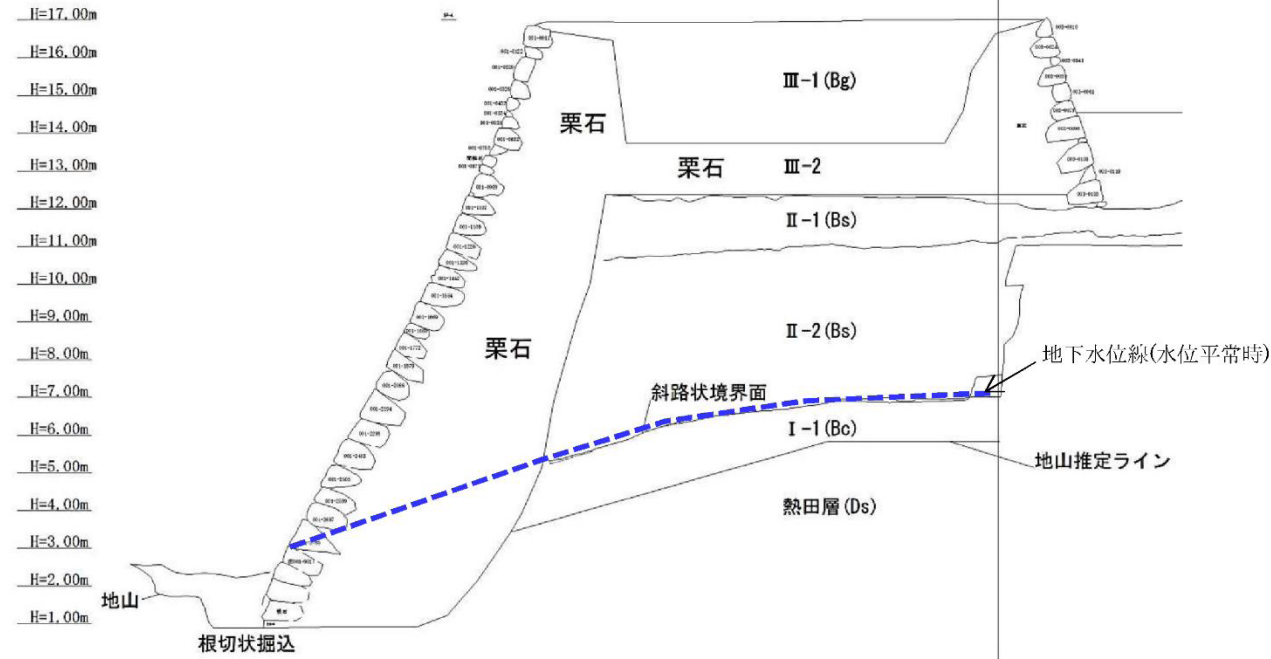
搦手馬出石垣修復 円弧すべり解析について

1 解析の目的と方法

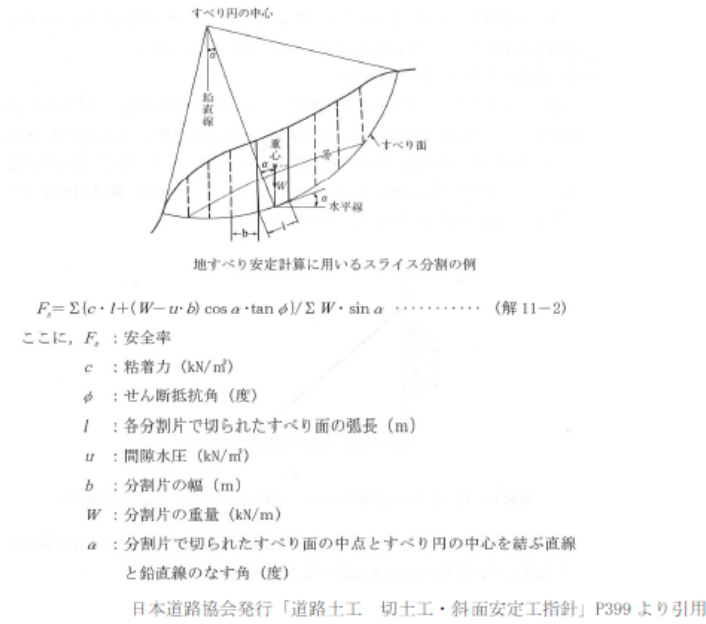
名古屋城本丸搦手馬出石垣について、石垣の安定性を判断するために、円弧すべり解析を行う。解析方法は、「道路土工 切土工・斜面安定工指針」に示される安定解析式を用いる。

2 安定解析モデル

安定解析は、次図に示した解析モデルで実施した。なお、各地層の地盤定数は、過年度に実施した土質試験の結果より引用した。

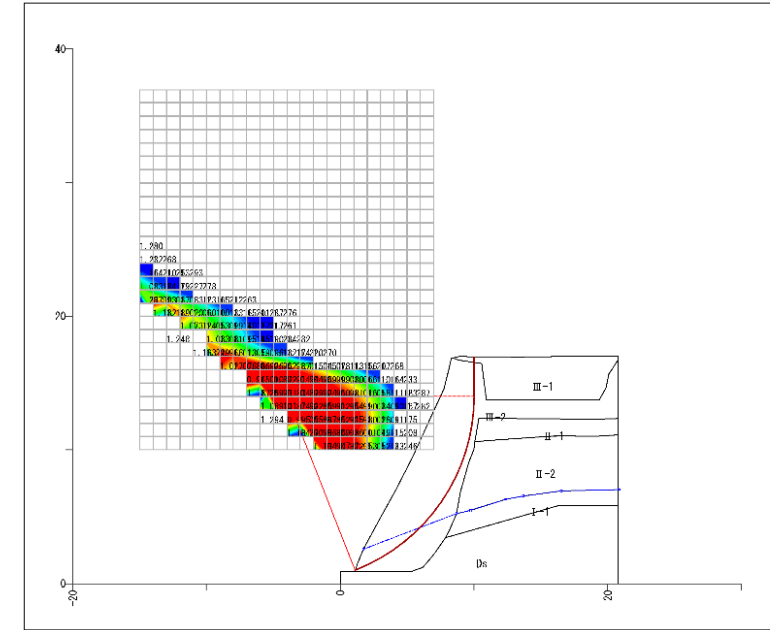


地層名	記号	性状	単位体積重量 γt (kN/m ³)	内部摩擦角 ϕ (°)	粘着力 c (kN/m ²)
上部盛土	III-1	礫混じり粘土質砂	16	5	84
裏栗石	III-2	礫質土	16	35	16
背面盛土	II-1 II-2	砂質粘土	17	16	95
背面地盤	I-1	粘土質砂	18	28	70
熱田層	Ds	粘性土	16	42	43



3 安定解析結果

安定解析の結果、設定した条件では裏栗石の範囲にすべり面が形成された。また、裏栗石内では平常時でも円弧すべりが発生し、最少安全率で $F_s=1.0$ となった。(図 1)



種別	記号	単位	条件と結果
計算式	-	-	修正Fellenius法(道路土工式)
地盤水平震度係数	Kh	-	0.150
安全率	F_s	-	0.834
計画安全率	p. F_s	-	1.050
抑止力	Pr	kN/m	134.6
円弧中心座標	X	m	-4.000
	Y	m	14.000
円弧半径	R	m	14.000
すべり面長	L	m	16.753
面積	A	m ²	48.02
間隙水圧	U	kN/m	31.3
法線力	N	kN/m	378.8
地すべり抵抗力	S	kN/m	521.422
地すべり力	T	kN/m	624.830

図 1 安定解析結果

4 考察

円弧すべり面が裏栗石の範囲内に入る結果となった。したがって、裏栗石範囲内の粘着力、内部摩擦角を増加する対策が求められる。対策方法は栗石範囲を狭くして改良土に置き換えるものや裏栗石内に安定化を図るような構造物(ジオテキスタイルや鉄筋等)を追加する対策が考えられる。ただし、文化財石垣であることから、これらの対策をとる際には文化財保護の観点から慎重に検討していく必要がある。

発掘調査について

発掘調査内容一覧

・栗石層内にトレンチを設けて掘削し、天和期と慶長期の栗石の変化点を確認する。

調査区名	調査規模			調査箇所	調査目的	調査手順	留意点
	幅(m)	長さ(m)	面積(m ²)				
1	4.0	2.0	8.0	No.1石垣南端	天和期と慶長期の栗石の変化点を確認し、天和の修復時にどこまで新たな栗石が入れられたのか検討する。 天和期に用いられた栗石と慶長期に用いられた栗石の石種や粒径の違いを把握する。	築石周辺については人力による検出を主とする。 築石一段分程度の深さを掘削し、慶長期の栗石を検出した後平面図と土層断面図を作成し、写真撮影を行う。 露出した築石については石材カードを作成し、加えてトレンチ内の栗石の石種や粒径等を調査する。	搦手馬出では栗石層中において築石石材とほぼ同じ大きさの抑え石が検出されることがある。 検出された場合には抑え石の座標を記録し、小型重機を用いて取り外す。 背面盛土については掘削しないものとする。
2	2.0	2.0	4.0	No.1石垣隅角付近			
3	2.0	2.0	4.0	No.2石垣隅角付近			
4	4.0	2.0	8.0	No.2石垣西端			

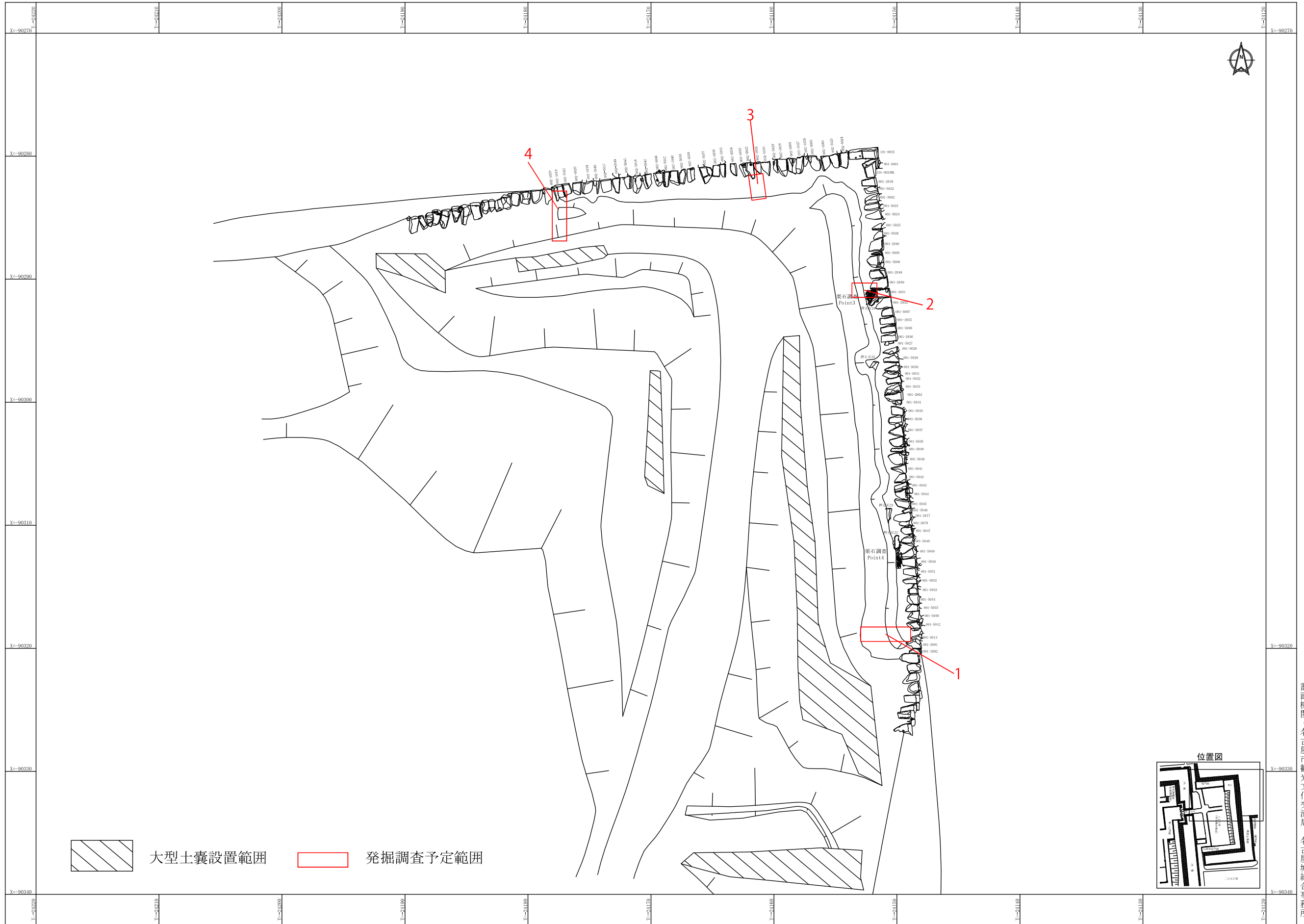
4か所

24.0

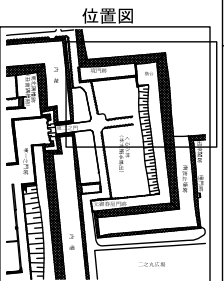
※注記

- ・掘削に伴う発生土は、調査区の脇に仮置きして、シートなどで養生を行う。
- ・調査終了後は発生土で埋め戻す。状況に応じて、発生土を改良することもあり得る。
- ・調査規模は栗石層の状態などによって、安全確保を優先して縮小することもあり得る。
- ・使用重機 バックホウ：山積0.45m³。

本丸搦手馬出周辺石垣発掘調査予定位置図



大型土嚢設置範囲
 発掘調査予定範囲



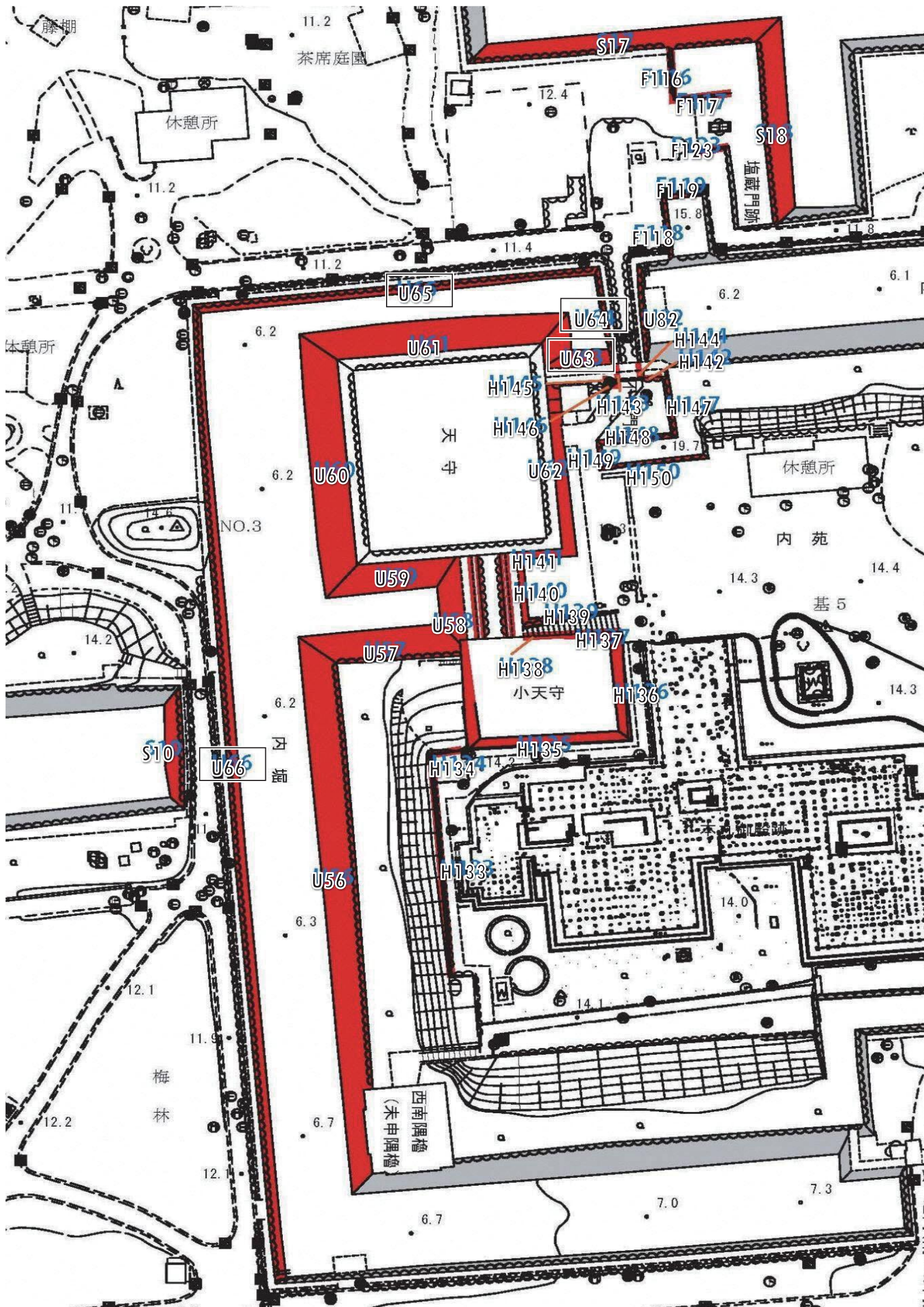
観測 平成31年 2月
 測図 平成31年 3月

0 20m 縮尺=1:300

計画機関・名古屋市観光文化交流局 名古屋城総合事務所
 作業機関・株式会社C-ファクトリー

天守台石垣の調査と保存方針について

石垣管理番号



天守台周辺石垣の調査について 調査の概要

調査種別	調査の具体的な内容・手法	天守台外部石垣	内堀石垣（御深井丸側）	穴蔵石垣	外堀石垣（棧橋設置地点）	
石垣測量	(1)石垣立面図作成	実施済	実施済	実施済	実施済	
	(2)石垣縦横断面図作成	実施済	実施済	実施済	実施済	
	(3)石垣平面図作成	実施済	実施済	実施済	実施済	
	(4)石垣オルソ作成	実施済	実施済	実施済	実施済	
	(5)石垣三次元点群データ作成	三次元レーザースキャナを用いて、石垣の三次元点群データを作成する。	実施済	実施済	実施済	—
	(6)可視化図作成	三次元点群データをもとに、段彩図を作成する。立面コンターマップとその段彩図、勾配基準軸からの変化量を10cm格子で抽出し、分布図化した孕み出し量図などを作成する。	実施済	実施済	—	—
石垣現況調査	(1)石垣現況(健全性)調査	石垣の孕み出し領域、築石や間詰石の割れや抜け落ち、築石の劣化、積み直しの痕跡などについて、目視による調査を行う。	実施済	実施済	実施済	実施済
	(2)石垣カルテ作成	石垣の面ごとに、石垣の現況を記録したカルテを作成する。積み直しの痕跡、変状点につき、記録表を作成するとともに、オルソ画像に記載する。	実施済	実施済	実施済	実施済
	(3)石材調査	石材一石ごとの岩石種、加工状況、刻印や墨書の有無、矢穴の有無などを確認する。石材の観察については、岩石種、岩石に含まれる鉱物を確認する。現地で石材チェック表を作成し、石材カードとしてデータベース化する。	実施済	実施済	実施済	—
	(4)石材劣化度調査	石材一石ごとの劣化度について、目視及び打音により調査を行う。	実施済	実施済	実施済	—
	(5)石垣レーダー探査	石垣背面の裏込め等の状況確認のため、レーダーによる探査を行う。	実施済	—	実施済	—
	ビデオスコープ調査	築石背面の状況確認のため、レーダー探査に加え、ビデオスコープによる確認を行う。	実施済	—	実施済	—
発掘調査	石垣の根石の変状の有無、根切の状況の確認、堀内の堆積状況などを確認するため、発掘調査を行う。穴蔵石垣の背面構造を確認するため発掘調査を行う。	大天守台根石調査2017年度、小天守台根石調査2018年度実施。小天守閣入口階段付近の調査。	2017年度、実施。2019年度、内堀堀底から御深井丸側石垣の調査。	根石・背面の試掘調査（トレンチ）を実施する計画。天守閣解体後に、全面調査を予定。	—	
モニタリング	反射対標、石垣（変位）ゲージを設置し、2か月に1度計測を行い、石垣の変動を確認する。	2018年度より実施中。	2018年度より実施中。	—	—	
史実調査	文献資料、写真史料の検討により、天守台石垣の修復の履歴などを検討する。	近世の文献資料、近代以降の写真・図面類の検討を行い、修理の履歴調査。				
地盤調査	ボーリング調査を実施し、天守台付近の地盤を調査	外部石垣の周辺で実施。		天守台内部での実施を計画。	—	

外堀石垣現況調査報告

石垣番号	所 見
S17	<p>天端部の延長約 55.8m、中央部の高さ約 9.2m、総面積約 555.7 m²。左端は出隅（算木積）、右端は S18 と接している。築石部は乱積である。石材は花崗岩、砂岩が主流。石材の表面加工はノミ、タタキである。</p> <p>天端部（築石部）、中段部（隅角部、築石部）、裾部（隅角部、築石部）には、石材の割れ、表面劣化が認められる。石垣面全体では、間詰石の抜け落ちが多数確認される。</p> <p>石垣中段部では樹木の影響を受けている部分がある。</p> <p>孕み出し、その他変状は認められなかった。</p>
S18	<p>裾部の延長約 39.5m、中央部の高さ約 11.9m、総面積約 459.3 m²。</p> <p>左端は入隅、右端は出隅。築石部は乱積を主体とする。石材は花崗岩系、堆積岩系であるが、花崗岩系の比率が高い。石材の表面加工はノミ、タタキである。</p> <p>中段築石部に石材の割れ、表面劣化が認められる。天端部（隅石部、築石部）、中段部（隅石部、築石部）、裾部（築石部）に間詰石の抜け落ちが多数確認される。石積み時の作業単位と考えられる積み直しラインが水平方向にはしり、積み直しに由来すると考えられるラインが斜め方向に走る。</p> <p>孕み出し、被熱範囲、その他変状箇所は認められない。</p>

名古屋城天守台等石垣調査基本調査 S17 石垣カルテ

天端部破損状況

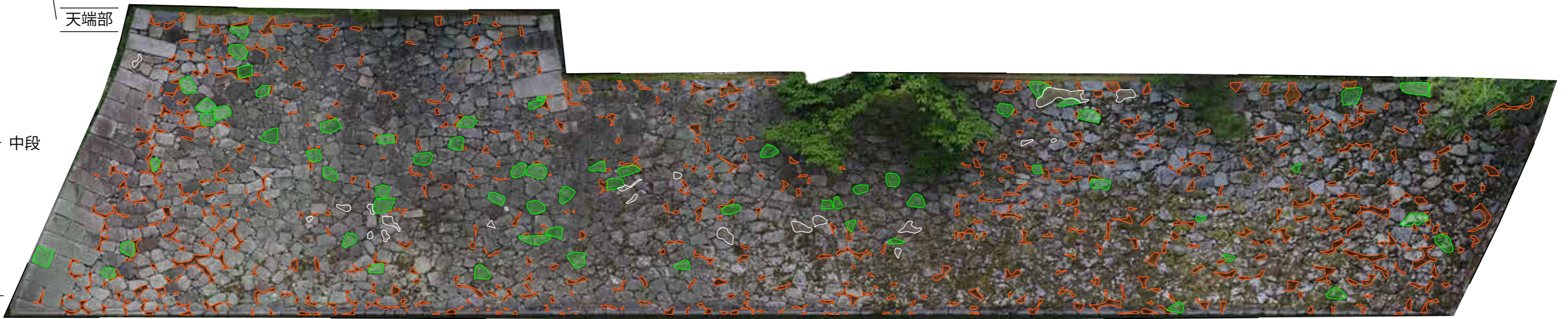
① 緩み	なし
② 割れ	なし
③ 表面劣化	あり(築石部)
④ 抜け落ち	あり(間詰)
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	あり(隅角部)
⑪ 天端部の沈下	なし
⑫ その他	なし

■	孕み出し範囲(孕み強)
■	孕み出し範囲(孕み弱)
■	被熱範囲
■	割れ・表面劣化
■	抜け落ち
□	その他変状箇所
—	積み替えライン

天端部

中段

裾部



中段破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	あり(隅角・築石部)
③ 表面劣化	あり(隅角・築石部)
④ 抜け落ち	あり(間詰)
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	あり(隅角・築石部)
⑪ その他	なし

裾部破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	あり(築石部)
③ 表面劣化	あり(築石部)
④ 抜け落ち	あり(間詰)
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 前面土砂の堆積	なし
⑫ 立地地盤の異常	なし
⑬ その他	なし

隅角部破損状況観察事項

築石部破損状況観察事項

破損状況変形の観察



名古屋城天守台等石垣調査基本調査 S18石垣カルテ

天端部破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	なし
③ 表面劣化	なし
④ 抜け落ち	あり
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 天端部の沈下	なし
⑫ その他	なし

中段破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	あり(築石部)
③ 表面劣化	あり(築石部)
④ 抜け落ち	あり
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ その他	なし

裾部破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	なし
③ 表面劣化	なし
④ 抜け落ち	あり
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 前面土砂の堆積	なし
⑫ 立地地盤の異常	なし
⑬ その他	なし

	孕み出し範囲(孕み強)
	孕み出し範囲(孕み弱)
	被熱範囲
	割れ・表面劣化
	抜け落ち
	その他変状箇所
	積み替えライン

積み替えライン(積み方による)

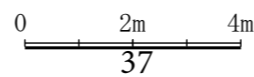


積み替えライン(積み方による)

隅角部破損状況観察事項

築石部破損状況観察事項

破損状況変形の観察



御深井丸側内堀石垣現況調査所見

石垣番号	所 見
U63	<p>概要</p> <p>全長（天端部）約 13.8m、全高（中央部）約 9.4m、総面積約 93.4 m²である。隅角部は両端とも入隅であり、右端は U62、左端は U64 と接する。築石部は布積みおよび乱積みで構成されている。石材の種類は花崗岩系や砂岩を主とし、石材の表面加工はノミ、タタキである。</p> <p>積み直し</p> <p>左端天端部付近で新補材によって積み直されたラインが認められる。また中段部には両端へとつながる水平方向のラインがみられる。</p> <p>変状・劣化状況</p> <p>天端部の築石に石材の割れや表面劣化がまとまってみられる。裾部については 2 石ほど割れや表面劣化がみられ、間詰石の抜け落ちも若干みられる。孕み出し、被熱、その他変状箇所はみられない。</p>
U64	<p>概要</p> <p>全長（裾部）約 26.5m、全高（中央部）約 5.9m、総面積約 104.5 m²である。両端とも入隅であり、左端は U65、右端は U63 と接する。築石部は落とし積みおよび乱積みである。石材の種類は天端部から中段株までは堆積岩系が多く、下位には花崗岩系がみられる。石材の表面加工はノミ、タタキである。</p> <p>積み直し</p> <p>裾部付近に水平方向の積み直しラインが認められる。ラインの下方は乱積みであることから、積み直しに由来する目地と思われる。</p> <p>変状・劣化状況</p> <p>中段部の隅角部、築石部ともに石材の割れや表面劣化がみられ、築石部には弱い孕み出しも認められる。間詰石の抜け落ちは少ないが、裾部の築石部および中段の隅角部に比較的大きな石材の抜け落ちが確認できる。面的な被熱はなく、その他変状もない。</p>
U65	<p>概要</p> <p>全長（天端部）約 77.5m、全高（中央部）約 5.3m、総面積約 393.1 m²である。両端とも入隅であり、右端は U64、左端は U66 と接する。築石部は乱積みを主とし、東側は積み直しによる落とし積みが認められる。石質は花崗岩系と砂岩である。石材の表面加工はノミ、タタキである。</p> <p>積み直し</p> <p>目地は 9 本確認できる。左端付近水平方向の積み直しライン①は石材</p>

	<p>のサイズ、表面加工の違いや積み方の違いなどから積み直しもしくは作業単位による目地と考えられる。石垣東側に天端部から裾部にかけて垂直に延びる積み直しライン②はこの部分の石質、石材のサイズ、積み方が顕著に異なることから、積み直しに由来するものと考えられる。石垣面左側に椀形に認められる積み直しライン③は石質に顕著な違いは認められないが積み方に違いが認められるため、作業単位か積み直しに由来する目地と考えられる。石垣中央の裾部で逆椀形に認められる積み直しライン④はラインの上側に比べて下側は石材が古く積み方も異なるなど石垣の新旧が認められるため積み直しに由来する目地と考えられる。石垣中央を天端部から裾部にかけて垂直方向に延びる積み直しライン⑤はラインの左右で積み方に差が生じていることから、積み直しもしくは作業単位に由来する目地と考えられる。石垣天端付近に水平に延びる積み直しライン⑥は目地の上下で石質、積み方に違いが認められることから作業単位か積み直しによるラインと考えられる。石垣右側に天端部から裾部にかけて垂直方向に延びる積み直しライン⑦は石材の表面劣化や石材のサイズに差が認められることから積み直しに由来する目地と考えられる。石垣右側天端部付近の水平方向の積み直しライン⑧は目地を境に石材サイズが顕著に異なるため、小規模な積み直しに伴う目地と考えられる。石垣右側で天端部より裾部へ垂直方向に延びる積み直しライン⑨は目地の右側が落とし積みで左側が乱積みになっていることから、積み直しに由来する目地と考えられる。</p> <p>変状・劣化状況</p> <p>中段部築石部の4か所で弱い孕み出しがみられる。石垣面全体で石材の割れや表面劣化、間詰石の抜け落ちが多い。東側の一部積み直されている部分については割れや表面劣化、間詰石の抜け落ちが少ない。被熱などその他変状箇所はみられない。</p>
U66	<p>概要</p> <p>全長（天端部）約 204.5m、全高（中央部）約 5.6m、総面積約 1105.2 m²である。両端ともに入隅であり、右端は U65 に接する。築石部は落とし積み、乱積みを主とする。落とし積みは石垣面左側および右側上方に多く、乱積みは下方および中央部分に多く認められる。石質は砂岩が多く、一部花崗岩系が認められる。表面加工はノミ、タタキが多い。</p> <p>積み直し</p> <p>積み直しラインは 15 本程度確認できる。天端部より椀形に入るラインや水平方向に延びる目地は小規模な積み直しもしくは積み直し作業時の作業単位を示している可能性が高い。一方、天端部から裾部へ垂直</p>

方向に延びる目地については石積み技法が異なったり、石質、石材サイズ等が異なる場合が多く、大規模な積み直しに由来するラインである可能性が高いと考えられる。

変状・劣化状況

石垣面中央部分より右側で弱い孕み出しが局所的に 4 か所みられる。石材の割れ・表面劣化はあまり多くなく、砂岩の風化による割れが全体的にみられる。間詰石の抜け落ちは落とし積みの箇所には少なく、乱積みの箇所にやや多くみられるが、U65 に比べると少ない。被熱などその他変状箇所はみられない。

名古屋城天守台等石垣基本調査 U63 石垣カルテ

■	孕み出し範囲 (孕み強)
■	孕み出し範囲 (孕み弱)
■	被熱範囲
■	割れ・表面劣化
■	抜け落ち
	その他変状箇所
—	積み直しライン

天端部破損状況

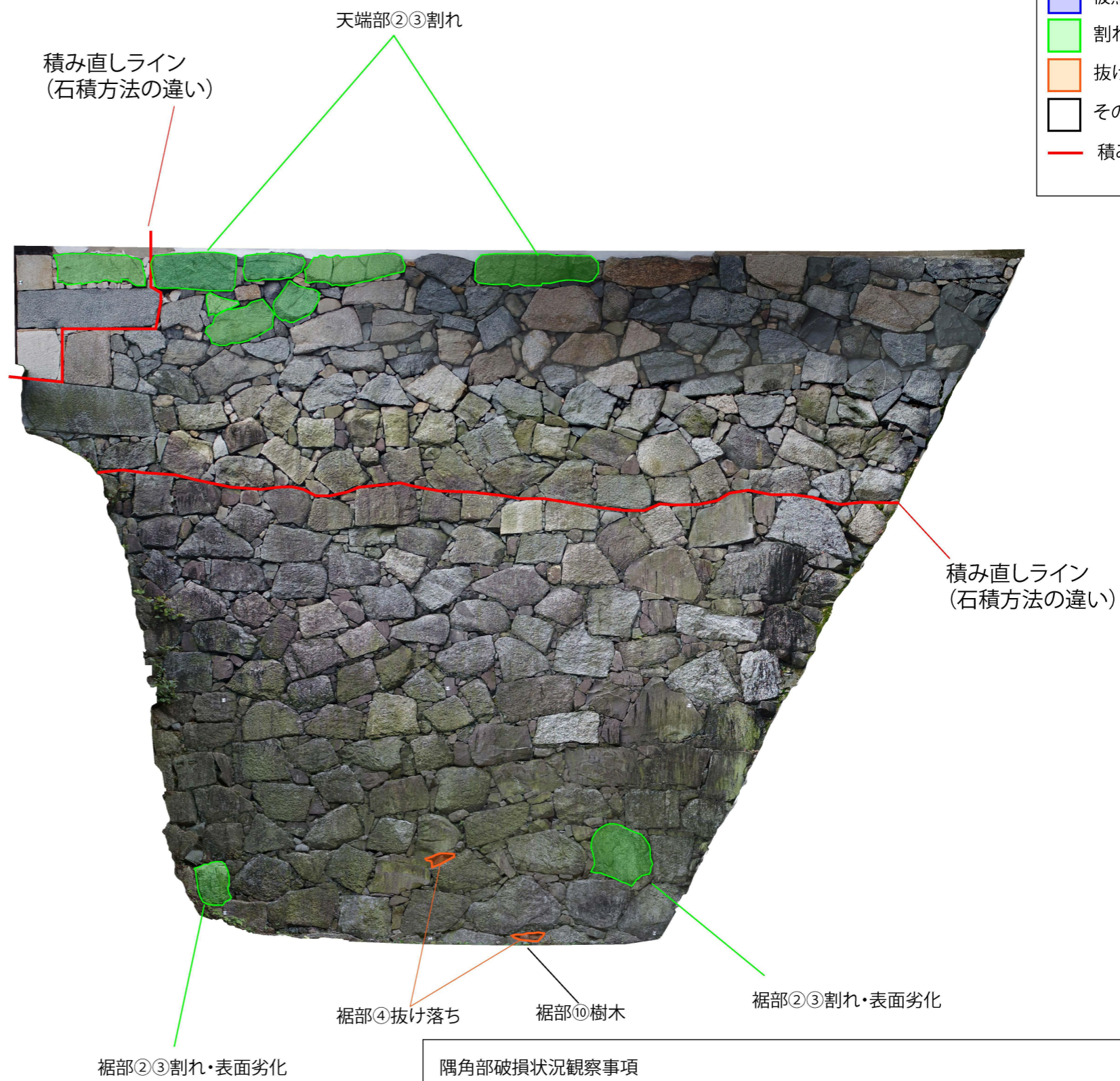
① 緩み	なし
② 割れ	あり
③ 表面劣化	なし
④ 抜け落ち	なし
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 天端部の沈下	なし
⑫ その他	なし

中段破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	なし
③ 表面劣化	なし
④ 抜け落ち	なし
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ その他	なし

裾部破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	あり
③ 表面劣化	あり
④ 抜け落ち	あり(間詰)
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 前面土砂の堆積	なし
⑫ 立地地盤の異常	なし
⑬ その他	なし



隅角部破損状況観察事項

築石部破損状況観察事項

破損状況変形の観察

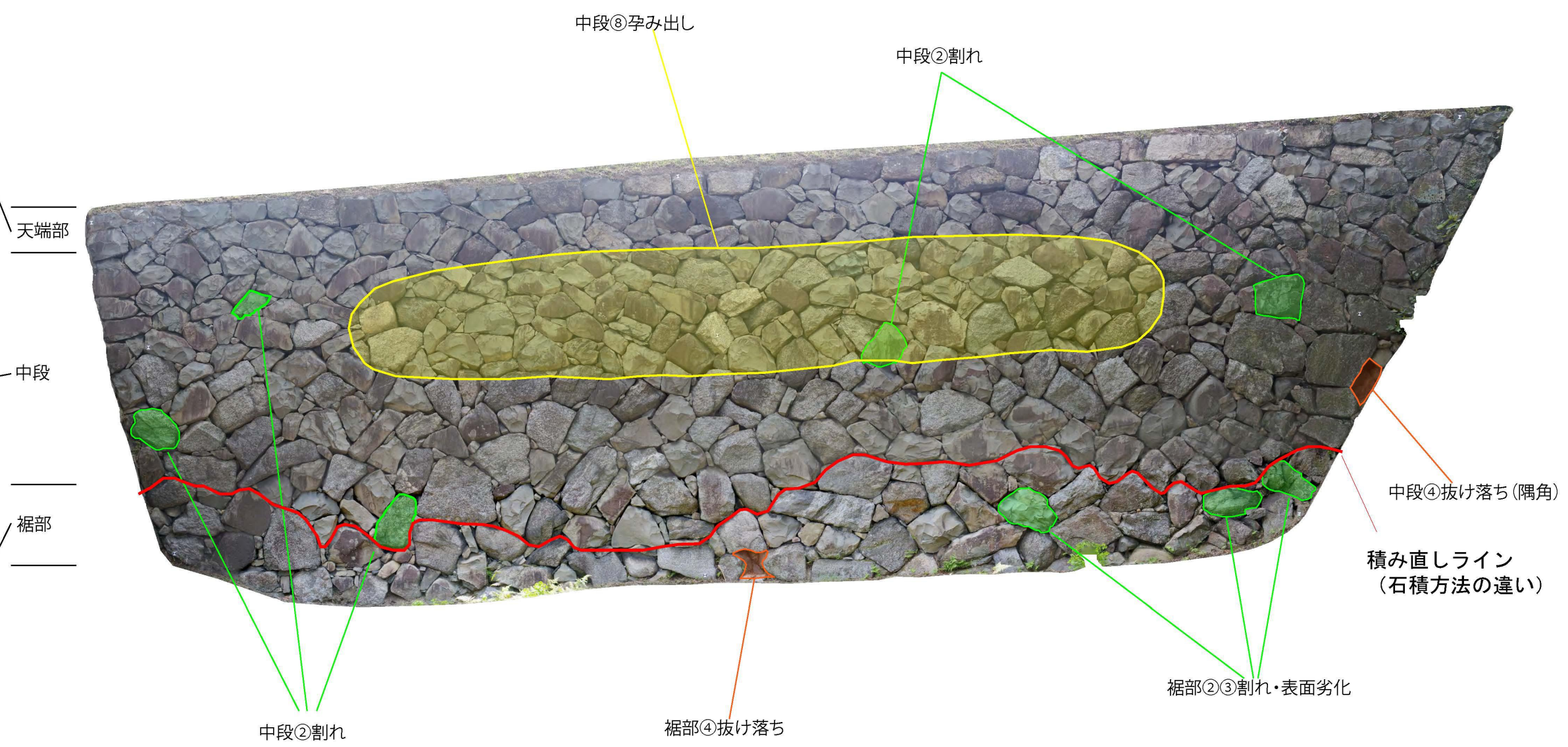
名古屋城天守台等石垣調査基本調査 U64 石垣カルテ

■	孕み出し範囲 (孕み強)
■	孕み出し範囲 (孕み弱)
■	被熱範囲
■	割れ・表面劣化
■	抜け落ち
	その他変状箇所
—	積み直しライン

① 緩み	なし
② 割れ	なし
③ 表面劣化	なし
④ 抜け落ち	なし
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 天端部の沈下	なし
⑫ その他	なし

① 緩み	なし
② 割れ	あり
③ 表面劣化	なし
④ 抜け落ち	あり(問詰)
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	あり
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ その他	なし

① 緩み	なし
② 割れ	あり
③ 表面劣化	あり
④ 抜け落ち	あり(問詰)
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 前面土砂の堆積	なし
⑫ 立地地盤の異常	なし
⑬ その他	なし



隅角部破損状況観察事項

築石部破損状況観察事項

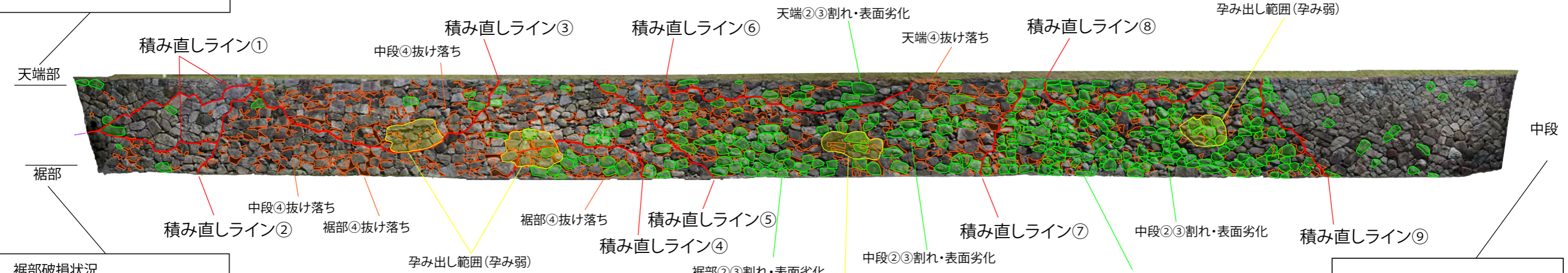
破損状況変形の観察
中段部に孕み出し(弱)が認められる。

名古屋城天守台等石垣調査基本調査 U65石垣カルテ

■	孕み出し範囲 (孕み強)
■	孕み出し範囲 (孕み弱)
■	被熱範囲
■	割れ・表面劣化
■	抜け落ち
	その他変状箇所
—	積み直しライン

天端部破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	あり
③ 表面劣化	あり
④ 抜け落ち	あり(間詰)
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 天端部の沈下	なし
⑫ その他	なし



裾部破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	あり
③ 表面劣化	あり
④ 抜け落ち	あり(間詰)
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 前面土砂の堆積	なし
⑫ 立地地盤の異常	なし
⑬ その他	なし

中段破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	あり
③ 表面劣化	あり
④ 抜け落ち	あり(間詰)
⑤ 孕み出し(局所)	あり
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ その他	なし

積み直しライン

- ① 積み直し (積み方の違い)
- ② 積み直し (石質、積み方の違い)
- ③ 積み直し/作業単位 (不連続面)
- ④ 積み直し (石質、積み方の違い)
- ⑤ 積み直し/作業単位 (不連続面)
- ⑥ 積み直し/作業単位 (不連続面)
- ⑦ 積み直し (石質、積み方の違い)
- ⑧ 積み直し/作業単位 (不連続面)
- ⑨ 積み直し (積み方の違い)

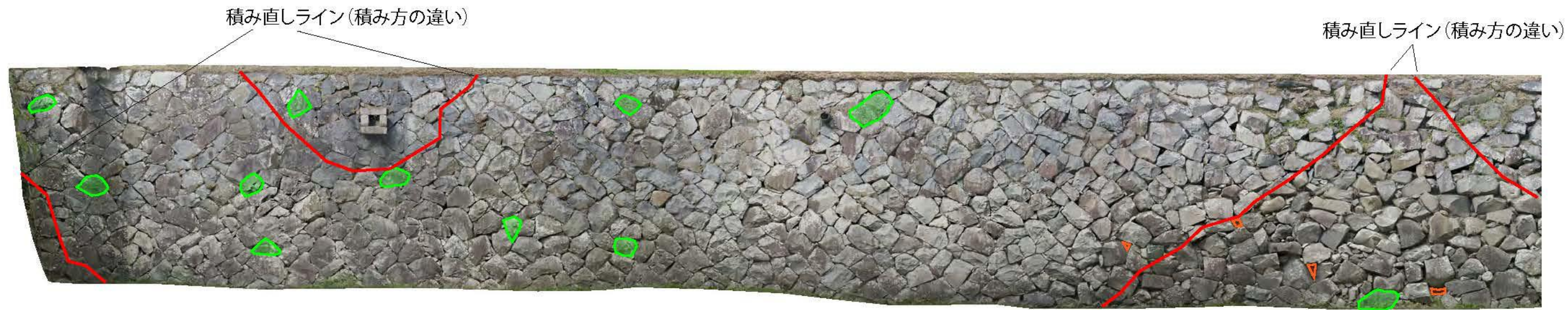
隅角部破損状況観察事項

築石部破損状況観察事項

破損状況変形の観察
中段部に孕み出し(弱)が4か所確認された。



名古屋城天守台等石垣調査基本調査 U66石垣カルテ①



天端部破損状況

① 緩み	なし
② 割れ	あり(築石部)
③ 表面劣化	あり(築石部)
④ 抜け落ち	あり(築石部)
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 天端部の沈下	なし
⑫ その他	なし

中段破損状況

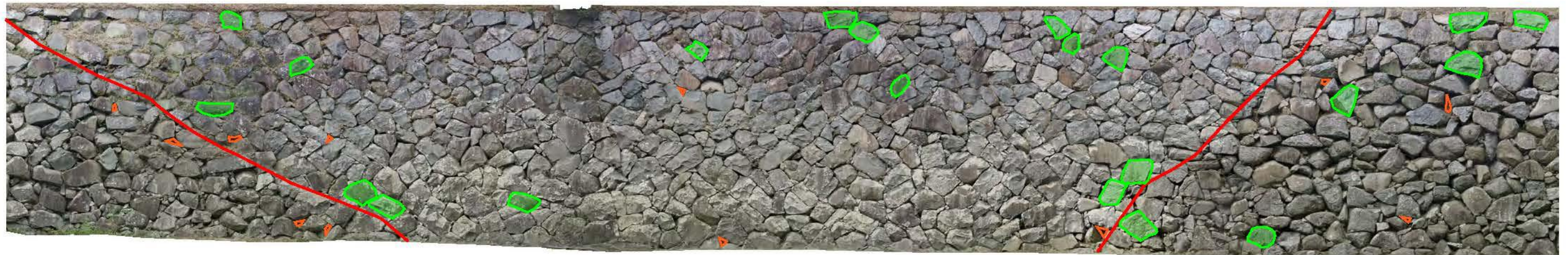
① 緩み	なし
② 割れ	あり(築石部)
③ 表面劣化	あり(築石部)
④ 抜け落ち	あり(築石部)
⑤ 孕み出し(局所)	あり(築石部)
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ その他	なし

裾部破損状況

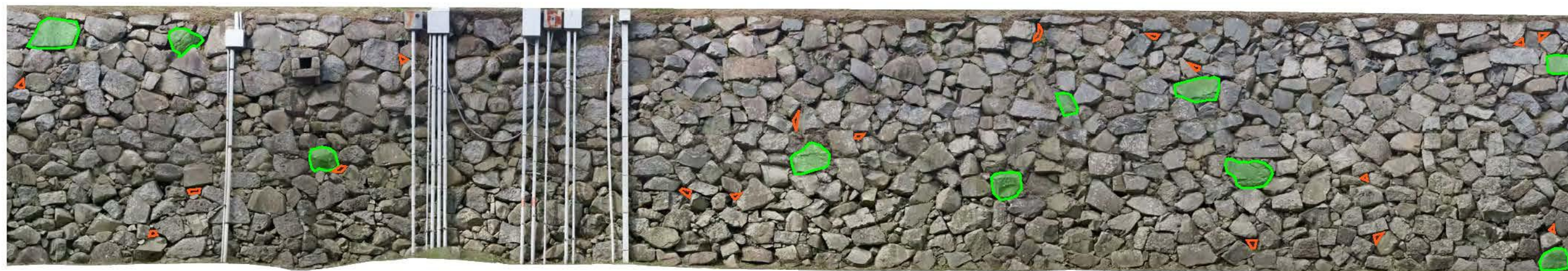
① 緩み	なし
② 割れ	あり(築石部)
③ 表面劣化	あり(築石部)
④ 抜け落ち	あり(築石部)
⑤ 孕み出し(局所)	なし
⑥ 孕み・抜け落ち	なし
⑦ 前倒れ	なし
⑧ 孕み出し(広範囲)	なし
⑨ 崩れ	なし
⑩ 樹木	なし
⑪ 前面土砂の堆積	なし
⑫ 立地地盤の異常	なし
⑬ その他	なし

積み直しライン (積み方の違い)

- 孕み出し範囲(孕み強)
- 孕み出し範囲(孕み弱)
- 被熱範囲
- 割れ・表面劣化
- 抜け落ち
- その他変状箇所
- 積み直しライン

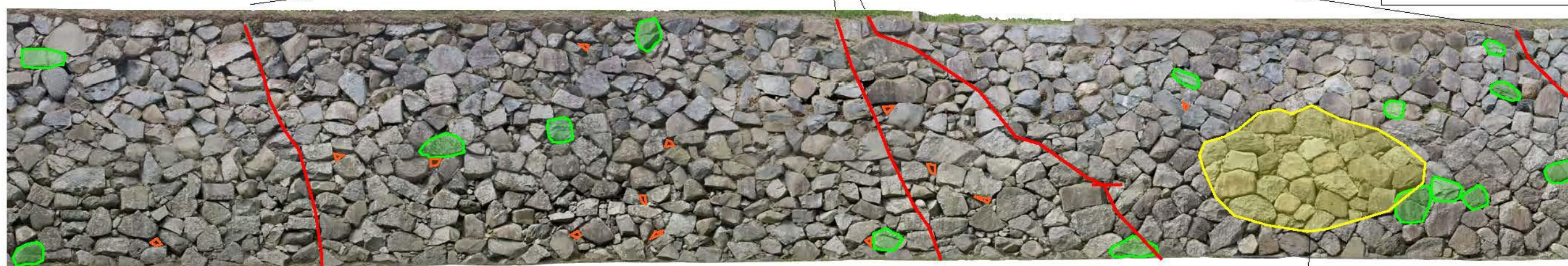


名古屋城天守台等石垣調査基本調査 U66石垣カルテ②

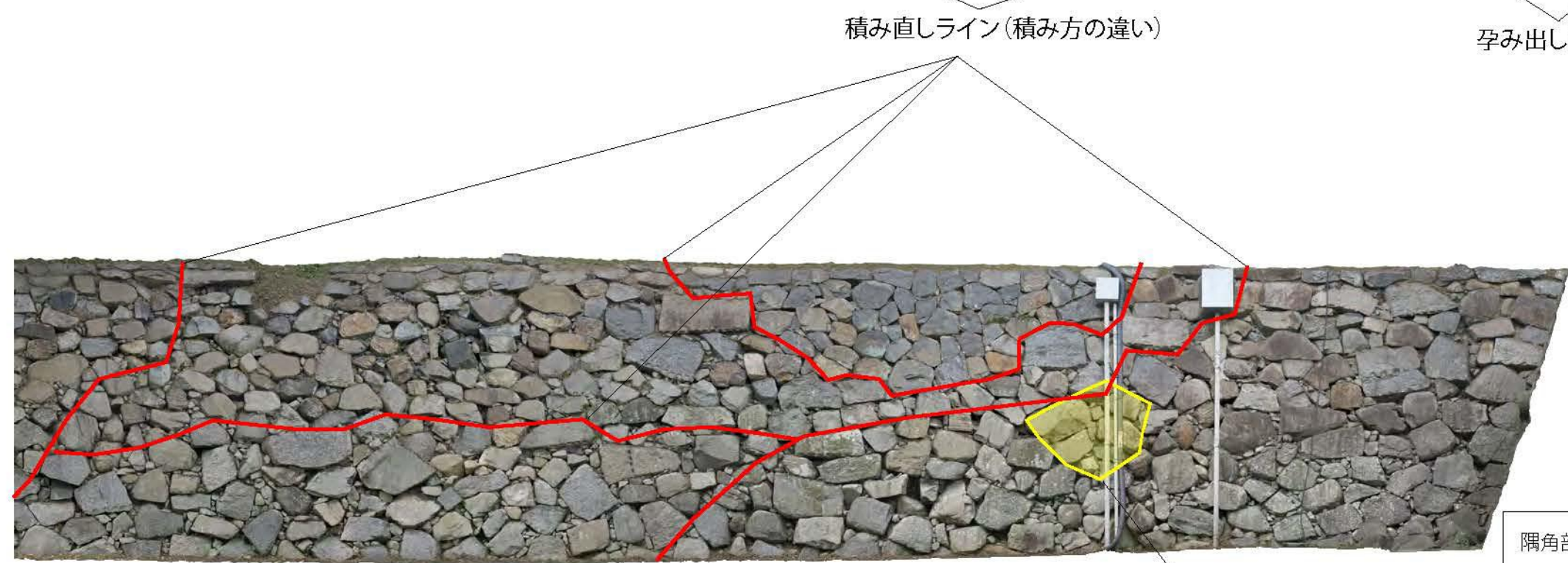


- 孕み出し範囲(孕み強)
- 孕み出し範囲(孕み弱)
- 被熱範囲
- 割れ・表面劣化
- 抜け落ち
- その他変状箇所
- 積み直しライン

積み直しライン(積み方の違い)



孕み出し(広範囲)



- 積み出し範囲 (積み強)
- 積み出し範囲 (積み弱)
- 被熱範囲
- 割れ・表面劣化
- 抜け落ち
- その他変状箇所
- 積み直しライン

隅角部破損状況観察事項
 築石部破損状況観察事項
 破損状況変形の観察
 中段部に積み出し(弱)が4か所確認された。

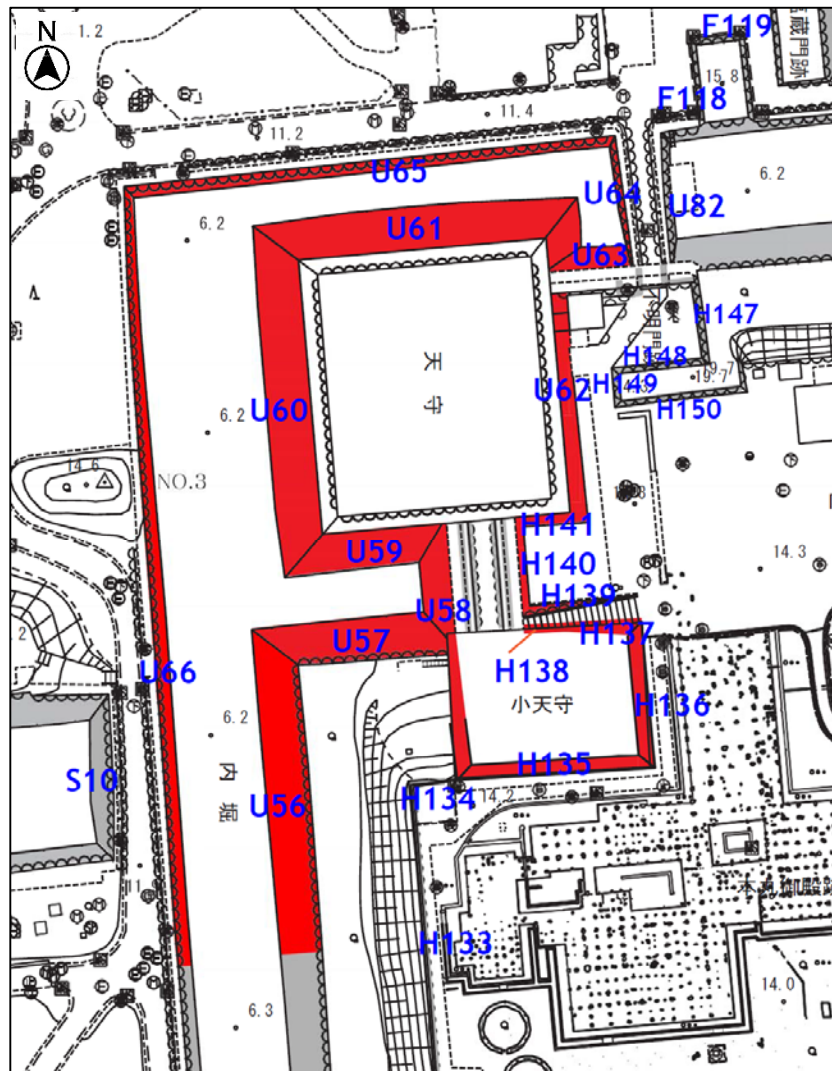
天守台石垣等の調査について モニタリング

天守台周り石垣の維持管理及び石垣変位計測のため、モニタリングを実施している。

■モニタリング方法

- 天守台周り石垣に計測点（反射対標）やゲージを設置し、御深井丸および本丸エリアに設けたモニタリング観測点（木杭、金属釘）より、トータルステーションによる計測および目視によるゲージ観察を行う。
- 反射対標計測、変位ゲージ観察は1回/2か月程度。

■モニタリング範囲：計測点(反射対標)・ゲージ設置石垣



(計測点168点 ゲージ93点)
モニタリング範囲(■部)



計測点(反射対標)例



変位ゲージ例



計測点設置状況(小天守東 H136)



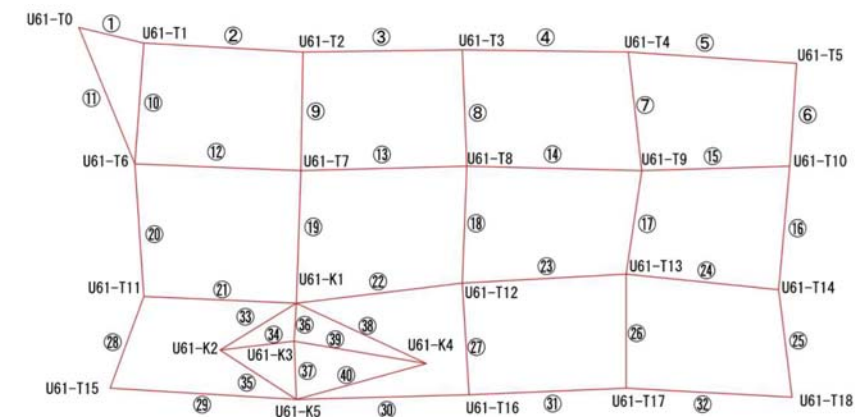
計測状況

■計測点(反射対標)・変位ゲージの設置：大天守北(U61)例

- 石垣面の計測点（反射対標）と変位ゲージを設置
- 計測点において、計測点の座標値および計測点間の距離を計測



大天守北 U61 立面図：計測点(対標設置)・変位ゲージ位置



大天守北 U61 計測点間の距離(配置図)

■変位ゲージ目盛観察・撮影

- 石垣調査足場上では目盛を目視確認(接写撮影)し、足場撤去後は高所部においては望遠カメラを使用し記録撮影・目盛(読み値)記録を実施



接写撮影例



望遠カメラ撮影例

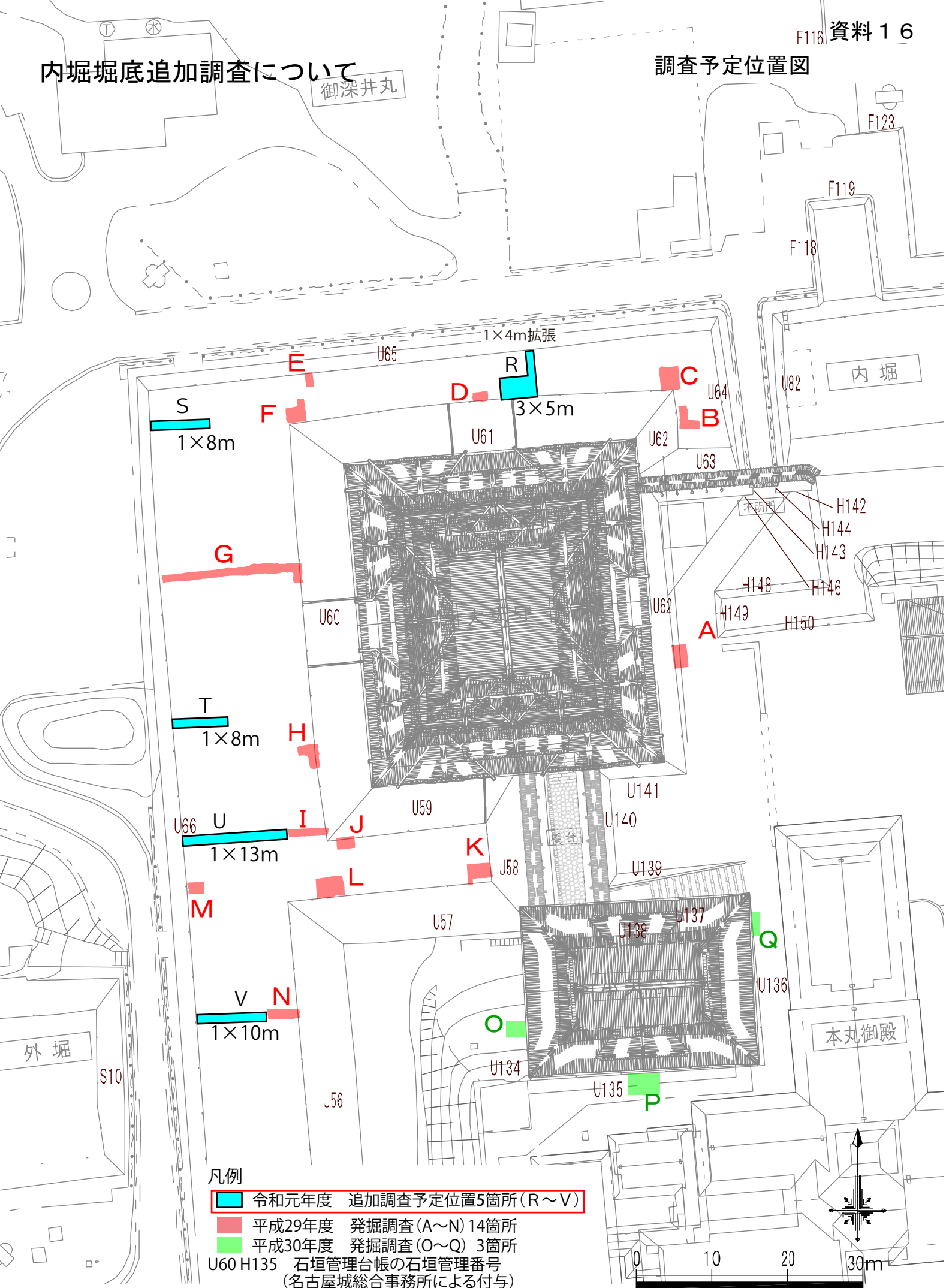
■計測状況

- 計測点計測、変位ゲージ記録は2018年10月から実施(8回)
- これまで、変位ゲージの変動は認められない(読み値の変化なし)
- 計測点(計測点間距離)の問題となる変動は認められない
- 今後、保安全管理において継続的なモニタリングにより変位動向を把握し、変状の有無について現況と合わせ確認していく

内堀堀底追加調査について

御深井丸

調査予定位置図

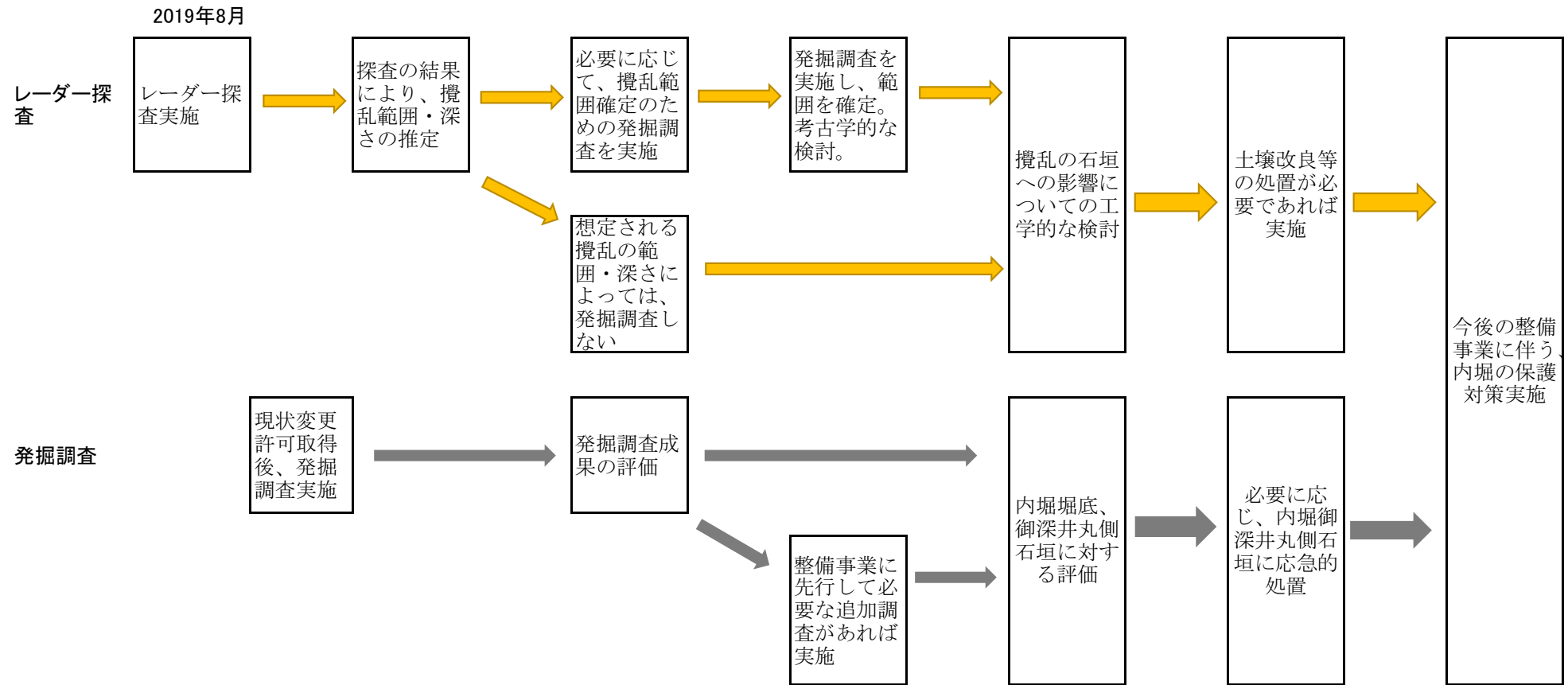


凡例

- 令和元年度 追加調査予定位置5箇所 (R~V)
 - 平成29年度 発掘調査 (A~N) 14箇所
 - 平成30年度 発掘調査 (O~Q) 3箇所
- U60 H135 石垣管理台帳の石垣管理番号
(名古屋城総合事務所による付与)

内堀堀底の追加調査について

内堀堀底発掘調査の進め方



濃尾震災以降の天守台石垣北面の孕みだしに関する史料

1. はじめに

天守台石垣北面の孕みだしに関して、これまでの調査で確認した文献史料をもとに、現状把握できている事項についてまとめた。

宝暦期以降の江戸時代史料では、天守台石垣の孕みだしに関する記述は確認できないため、江戸時代の段階で孕みだしが生じていたかどうかは、史料上からは判断できない。

近代以降では、東京都立中央図書館木子文庫所蔵の名古屋城関係史料によって、明治 24 年 (1891) 10 月 28 日に発生した濃尾震災後の、天守台を含めた名古屋城全体の石垣の被災状況が確認できる。

ここでは、木子文庫の史料をもとに、濃尾震災後に指摘された天守台石垣北面の孕みだしについて検討する。また、後世に作成された文献や議事録から、昭和戦前期の段階で、孕みだしの状況がどのように認識されていたのかについて考察する。

2. 濃尾震災以降の孕みだしに関する史料について

天守台北面石垣の孕みだしについて、直接言及されている史料は、現在確認できている限り、明治 25 年 (1892) 9 月 7 日付の「堤内匠頭宛木子清敬書簡」だけである。

A 「堤内匠頭宛木子清敬書簡」明治 25 年 9 月 7 日

木 54-2-36 東京都立中央図書館特別文庫室木子文庫所蔵

《原文引用》

(前略)

御殿向修繕之簾々

一、殿中斜形之箇所、曲ミ建直之事

一、床カ下土台腐朽之分取替、附土台同様之事

但床カ下足堅メ大引腐朽御注意有之度事

一、柱惣躰根元損し腐朽之分、根継敷盤等仕様之事

一、床カ式重張り之処ハ、取払相成候ても宜敷事

一、仮仕切及仮囲イハ、工事之都合ニ寄り取払相成候ても宜敷候事

一、御張附取放し候箇所之内、下地不充分之箇所ハ張附、下地更ニ御取設ケ相成度事

一、襖張附障子腰等之張直しニ付ては、各敷居磨滅之箇所ハ同削直し或ハ取替之事

一、屋根瓦葺之箇所ハ、震災之為メ不陸ヲ生し候箇所ハ、瓦葺直し之事

一、銅屋根雨洩之儀ハ、直し方相成度候事

一、銅屋根下地小屋廻りハ、極メテ不充分ト存候
 一、惣シテ床カ下大引足堅メ等、充分御手入相成置度候事
 〆以上経理部ニ於テ取扱相成事
 一、天守小天守ハ、昨年震災之際拝見致候節トハ、大井ニ損所相増し、加ルニ北側之石垣等ハラミ出し、故ニ床カ板ニ不陸ヲ生し有之候間、是又相当之修繕相成度旨申置候
 一、隅櫓ハ悉皆相残し、独立之修繕相加エ可申置ト之事ニ候
 一、多門ハ悉皆取除キ、入札払ニ被致候由
 一、表門及東門ハ修繕ヲ加エ、保存之積り
 一、多門取解跡へ土手形取設ケ、樹木後來植付之見込ニ可取計置候事
 〆以上共議有之候簾々ニ御座候
 (中略)
 明治廿五年九月七日夜 木子清敬
 堤内匠頭殿

《A から分かること》

- ・濃尾震災の約一年後にあたる明治 25 年 9 月 7 日、木子清敬が上司である堤内匠頭に、名古屋城本丸内にある建造物の破損状況を報告したときの書簡である。
- ・「昨年震災時に拝見した」とあるため、木子が震災直後に名古屋城の現地検分をしていたことが推測される。
- ・明治 25 年 9 月の検分時には、木子が以前検分したときよりも、天守・小天守の破損状況が増したことが分かる。
- ・この時の調査では、北側の石垣が孕みだしたために、不陸が生じたとしており、天守を修繕する必要があるとしている。

【A】の書簡とは別の時期に作成されたとみられる、名古屋城全体の石垣の被災状況について記された図面からも、天守台石垣の状況が確認できる。

B「名古屋城（名古屋離宮）本丸・深井丸・西之丸地図(震災石垣破損箇所調査)
 木 54-2-14 東京都立中央図書館特別文庫室木子文庫所蔵

《B から分かること》

- ・濃尾震災後の石垣の状況を、「倒壊」・「孕ミ」・「旧形之俛」に色分けして示した図。
- ・天守台石垣に関しては、【A】の書簡では「ハラミだし」と記されており、【B】の図面の「旧形之俛」とは表現が異なる。

《A・Bから推測されること》

- ・作成時期が不明である【B】の天守台は「旧形之俣」とある。これに対して、明治25年に記された【A】では、北面に孕みだしがあったと記されている。
- ・【A】にある「昨年震災時に拝見した」という記述から、木子は、明治24年の被災直後に実地検分をしていたことが推測される。また、そのときよりも天守・小天守の破損状況が増加しており、北側の石垣が孕みだしたため、不陸が生じたとしている。
- ・以上から、【B】の図面は、明治24年の震災発生から、ほど遠からぬ時期に作成された可能性が高いと推測される。

3. 濃尾震災後の孕みだしに関する認識について

後の文献や資料によると、明治25年に木子清敬が指摘した天守台北面石垣の孕みだしは、後世まで残っており、昭和戦前期にも認識されていたことが分かる。

C『愛知縣史蹟名勝天然紀念物調査報告 第九』（昭和6年3月、愛知県）

(二)「名古屋城」（同調査会主事・小栗鉄次郎執筆分）

《原文引用》

(27頁、名古屋城大天守)

(中略) 明治廿四年濃尾地震によって、北方の石垣が少し孕んだが崩壊の恐れある程度ではない

D「名古屋城管理委員会綴」昭和14年6月20日第二回名古屋城管理委員会

《原文引用》

(前略)

市長 破損を俟って修理せず、それ以前に適当に処置を取ると云ふことは、伊東さんのご意見であります。傾いて居るとか傷になっている様な場所につき、何かご意見がございませぬか。

坂谷委員 天守の石垣の傾斜の脹み（ふくらみ）が心配であります。どれだけの費用を持って直すか、具体的材料をもって居りませぬか。修理の方法、図録の編纂委員などを設ければ、これが材料をつかむ端緒となると思ひます。

市長 天守の石垣の深さは地下余程深く入って居ると云うことであるが。

坂谷委員 未だ研究して居りませぬ。そう云う様な根本的な調査をしたいと思ひます。こ

の地盤は何れ位の重量に堪えるかと云ふ様なことは、現在調査が出来るのでありますから、やってみたいと思ひます。

市長 石垣は予想以上に深いと云ふことであるが、君等（建築課長の方を指さして）はどう思ふか。

疋田幹事 私は承知致しませぬ。

市長 濠は埋めた方がよいか、空濠の俣にしておいた方が良いでせうか。

坂谷委員 保存、堅固の上からは埋めた方が良いと思ひますが、歴史的関係上そう云ふ訳にもいかないでせうし、又築城防備方面からは空堀の方が良いと思ひます。

市長 永久保存と云ふと、木材はどうするか。

（後略）

- ・市長：縣忍市長
- ・伊東：伊東忠太（工学博士・建築家）
- ・坂谷委員：阪谷良之進文部省技師（原文では「坂谷」となっている）
- ・疋田幹事：疋田武二土木局建築課長

E「名古屋城管理委員会綴」昭和16年4月23日第三回名古屋城管理委員会

《原文引用》

（前略）

大岡委員 保安課長から申上げました名古屋城の保存根本対策ですが、現在あの俣にしておいても、木造の建造物は親切な管理をしないと時々刻々に悪くなるものですから、よほど親切にしなければ傷みやすいと思ひます。非常によく保存されてる天守の土台でも、腐ってる土台を入れ替へることは困難で、あの天守を持ち上げることは出来ないことですから。然しある程度沈下傾斜するそれ迄に、対策を講じなければならぬ。心配なのは石垣が部分的にはらんであることで、それが安全か進行状態にあるのか、相当安全なものでも未然に方法を講ずる。そーゆー調査はむだの様でむだでないので、ある調査の結果を五年目或は十年目に報告し、城郭修理や部分的調査を継続的に行へば、結局永年保存できることとなるのであります。

何にしても、函面を第一着にこしらへなければならぬと思ひます。斯ふ云ふ希望を申述べておきます。

縣市長 石垣のはらんだ所の処置はどうするか。

大岡委員 石垣のはらんだのは補強工事をする外ない。

縣市長 名古屋城の石垣のはらんだのは何時頃か。

疋田建築課長 はっきりしていません。明治二十四年頃とも聞いていますが。
伊東委員 測っておくことが必要ですね。何年何年の記録を作っておく。
花井土木局長 (中略)
石垣に付ては、御注意の様に経過異動等御指示に依り調査し、おろそかに
しない様致したいと思ひます。然し余り異動はない様です。これが修理は
あのまま補強するか調査をして行きたいと思ひます。
(後略)

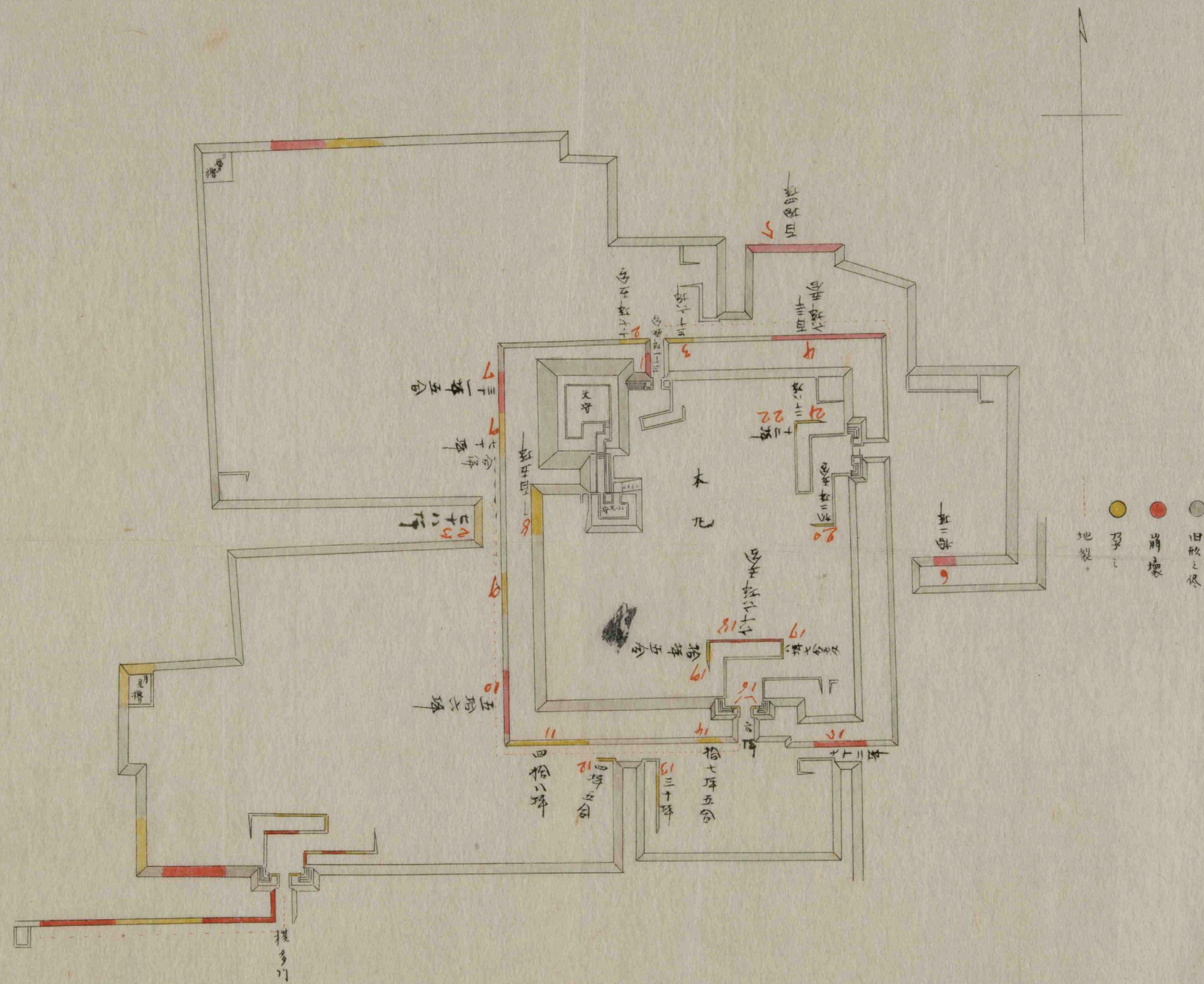
- ・大岡委員：大岡實文部省技師（阪谷良之進の後任）
- ・保安課長：青戸精一文部省宗教局保存課長（原文では「保安課長」となっている）
- ・花井土木局長：花井又太郎土木局長

《C・D・Eから分かること》

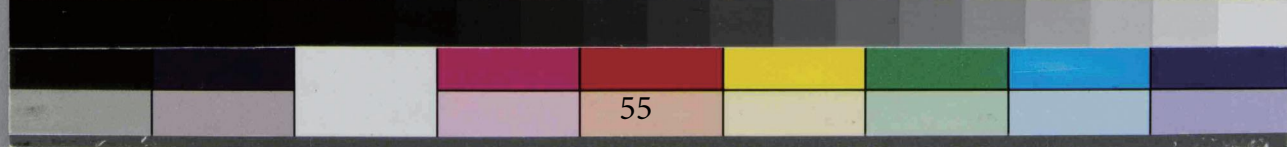
- 【C】昭和6年の小栗による報告では、濃尾震災で孕みだしが発生したとされている。
- 【D】阪谷は、昭和14年の段階で孕みだしを懸念しており、名古屋市側の委員に費用や修理方法を問い、石垣調査の意向を述べている。
- 【E】大岡も阪谷と同様、昭和16年の段階で孕みだしを懸念していた。大岡は天守本体の劣化・沈下対策に関連して、孕みだし調査の必要性を述べている。また孕みだしの処置としては、補強工事をほどこすほかないとしている。
- 【E】疋田は、明治24年頃に孕みだしが生じたという可能性を認識していた。

4. まとめ

- ・確認した限りでは、孕みだしは明治25年9月の木子清敬による調査ではじめて指摘された。よって、明治25年の段階で孕みだしが生じていたのは事実であると推測される。
- ・木子文庫の史料を見る限りでは、明治24年の濃尾震災で孕みだしが生じた可能性が考えられるが、濃尾震災以前の史料からは、孕みだしについての記述が確認できないため、断言はできない。
- ・明治期以降、名古屋城の関係者は、天守台に孕みだしが生じていることを認識しており、石垣調査や補強工事の必要性を議論している。ただし、明治25年以降の孕みだしの進行状況については不明である。
- ・実際に補強工事が行われたのかについては、史料上から確認できないため、不明である。

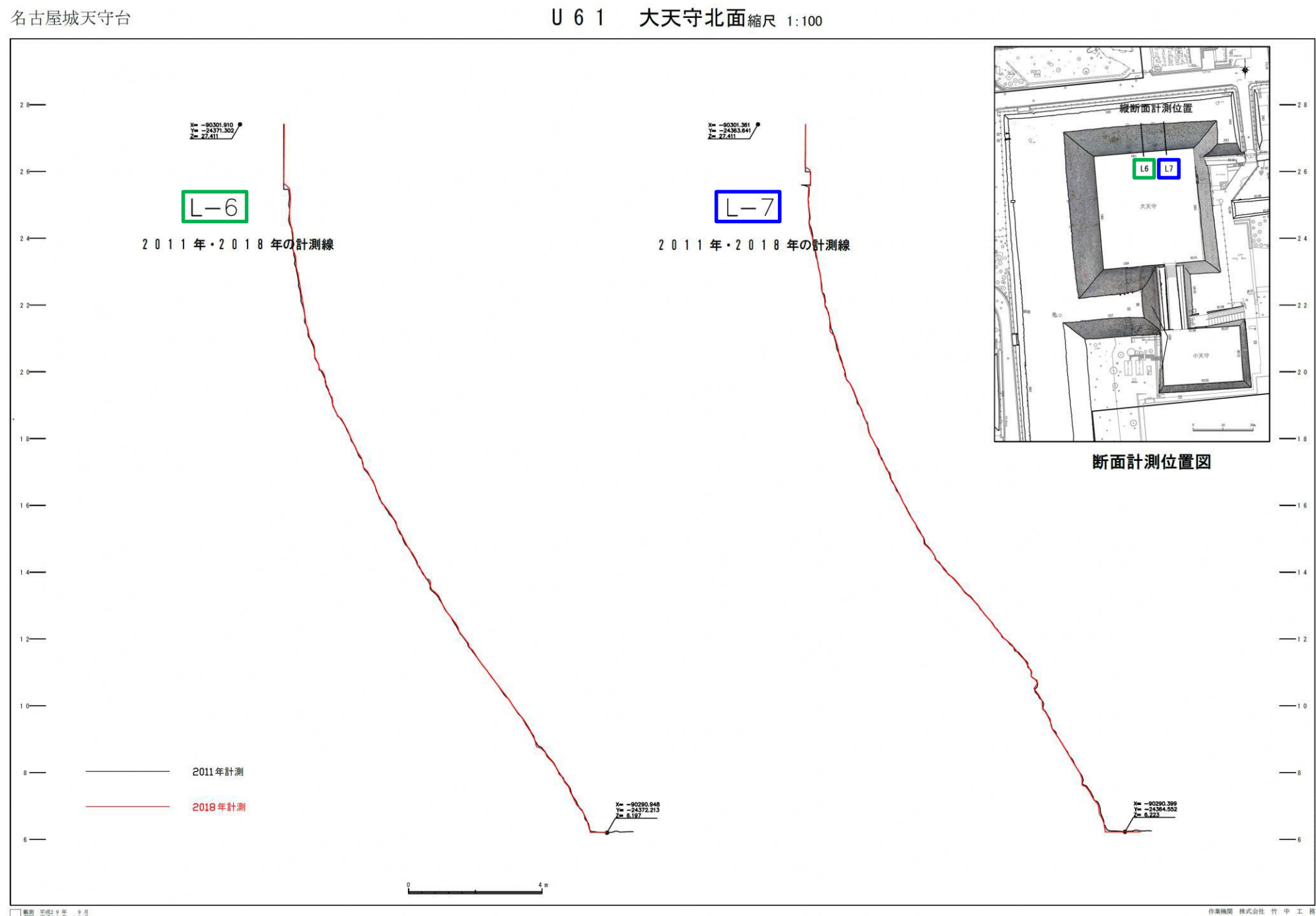


木054-002-014



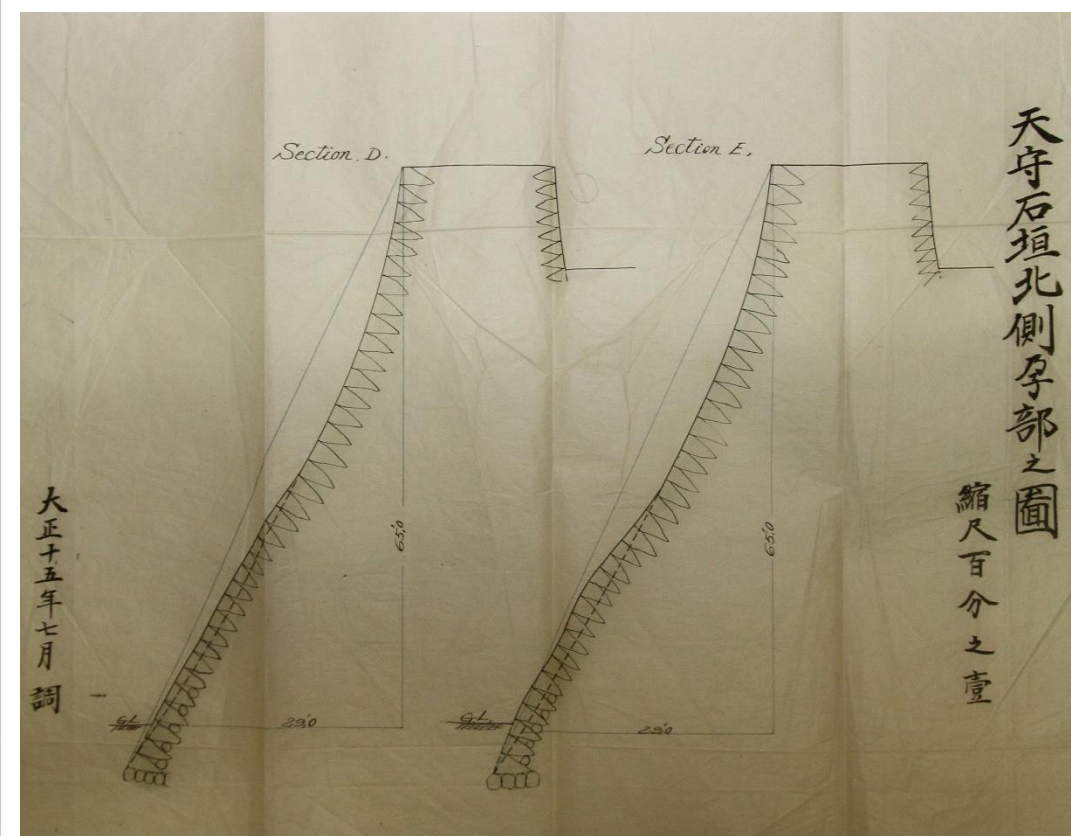
東京都立中央図書館

平成24年と平成30年の三次元点群計測データより大天守北面U61での縦断図を作成し、比較を行った。



H24計測データと現況データ(断面比較)

平成24年度にレーザー計測が行われており、平成24年の計測データと平成30年の計測データより縦断図を作成し、比較を行った。
U61孕み出し部について重ね合わせによる比較を行ったところ、石垣の変動によるとみられる変化は認められなかった。



天守石垣北側孕部之圖

天守石垣実測図 大正15年

名古屋城総合事務所蔵より

断面図の作成位置が特定できないため現在との対比は困難である。

「天守台石垣の保存方針」具体化の手順

