

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 天守閣部会(第11回)

日時：平成30年6月11日(月) 13:00～15:00

場所：KKRホテル 福寿の間

会 議 次 第

1 開会

2 あいさつ

3 報告

- ・第27回特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議石垣部会の報告
[資料-1]

4 議事

- (1) 第10回天守閣部会における主な指摘事項と対応状況について
[資料-2]
- (2) 大天守の屋根形状の検討について[資料-3]
- (3) 屋根雨水流れ解析について[資料-4]

5 その他

6 閉会

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 天守閣部会（第11回） 名簿

日時：平成30年6月11日（月）13:00～15:00

場所：KKRホテル 福寿の間

（敬称略）

■構成員

氏名	専門分野	所属等	出欠
小野 徹郎	建築学	名古屋工業大学名誉教授	出席
片岡 靖夫	建築学	中部大学名誉教授	出席
川地 正数	建築生産	川地建築設計室主宰	出席
瀬口 哲夫	近代建築史、まちづくり	名古屋市立大学名誉教授	出席
西形 達明	地盤工学	関西大学名誉教授	出席
麓 和善	建築史、文化財保存修理	名古屋工業大学大学院教授	出席
古阪 秀三	建築生産	立命館大学客員教授	出席
三浦 正幸	日本建築史、文化財学	広島大学名誉教授	出席

・オブザーバー

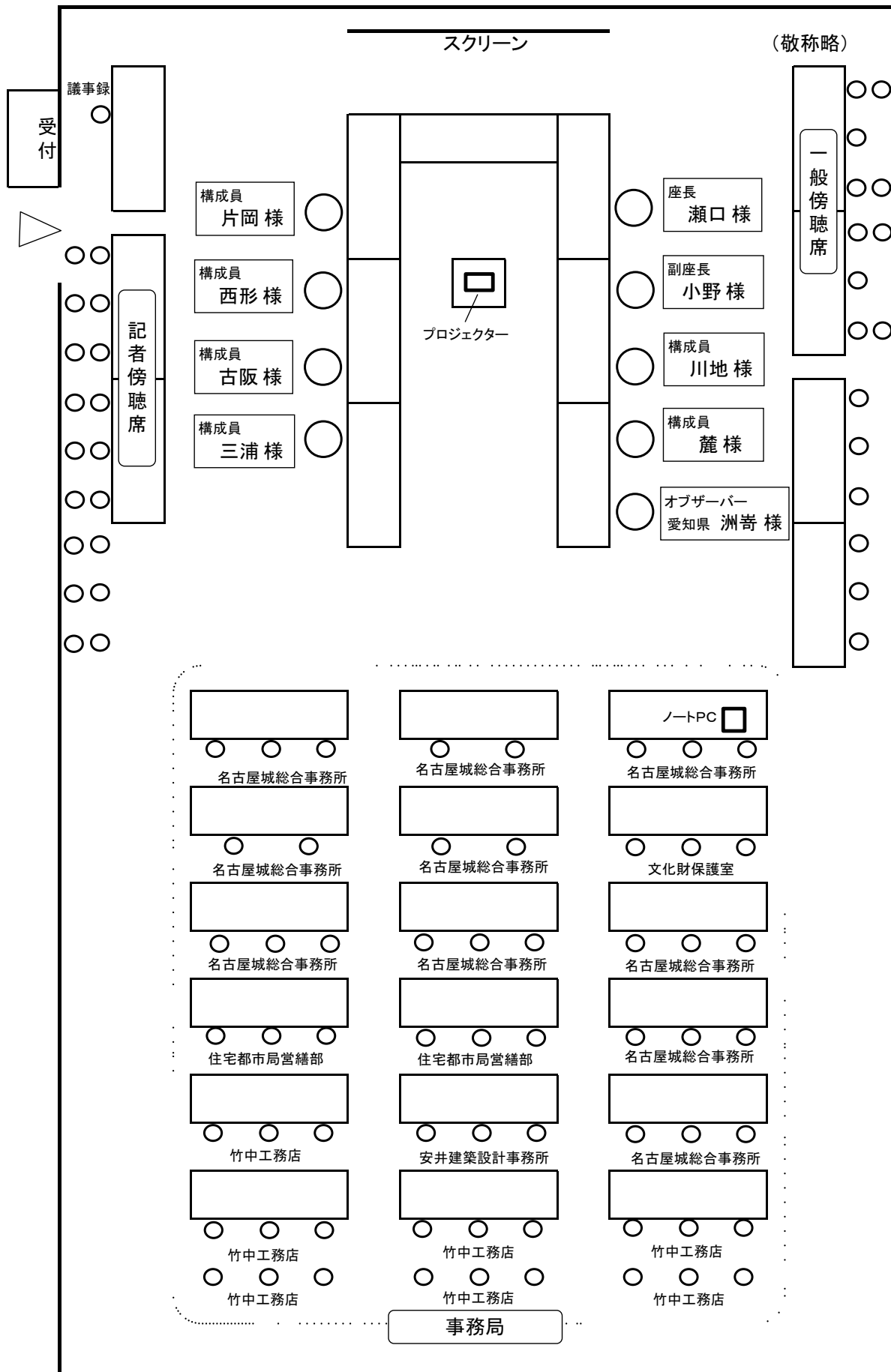
氏名	所属等	出欠
洲崎 和宏	愛知県教育委員会生涯学習課文化財保護室室長補佐	欠席

座席表

平成30年6月11日(月)

13:00~

KKRホテル 福寿の間



特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 石垣部会(第 27 回)

日時：平成 30 年 6 月 1 日（金）10:30～12:00

場所：名古屋能楽堂 会議室

会 議 次 第

1 開会

2 あいさつ

3 議事

- ・名古屋城総合事務所の平成 30 年度の調査・研究体制について <資料 1>
- ・天守台外部石垣発掘調査のまとめと追加調査について <資料 2>
- ・小天守台周り石垣の発掘調査について <資料 3>
- ・平成 30 年度本丸搦手馬出周辺石垣修復工事（案）の概要について <資料 4>

4 閉会

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議 石垣部会（第27回） 出席者名簿

日時：平成30年6月1日（金）10:30～12:00

場所：名古屋能楽堂 会議室

■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	愛知淑徳大学非常勤講師	副座長
宮武 正登	佐賀大学教授	

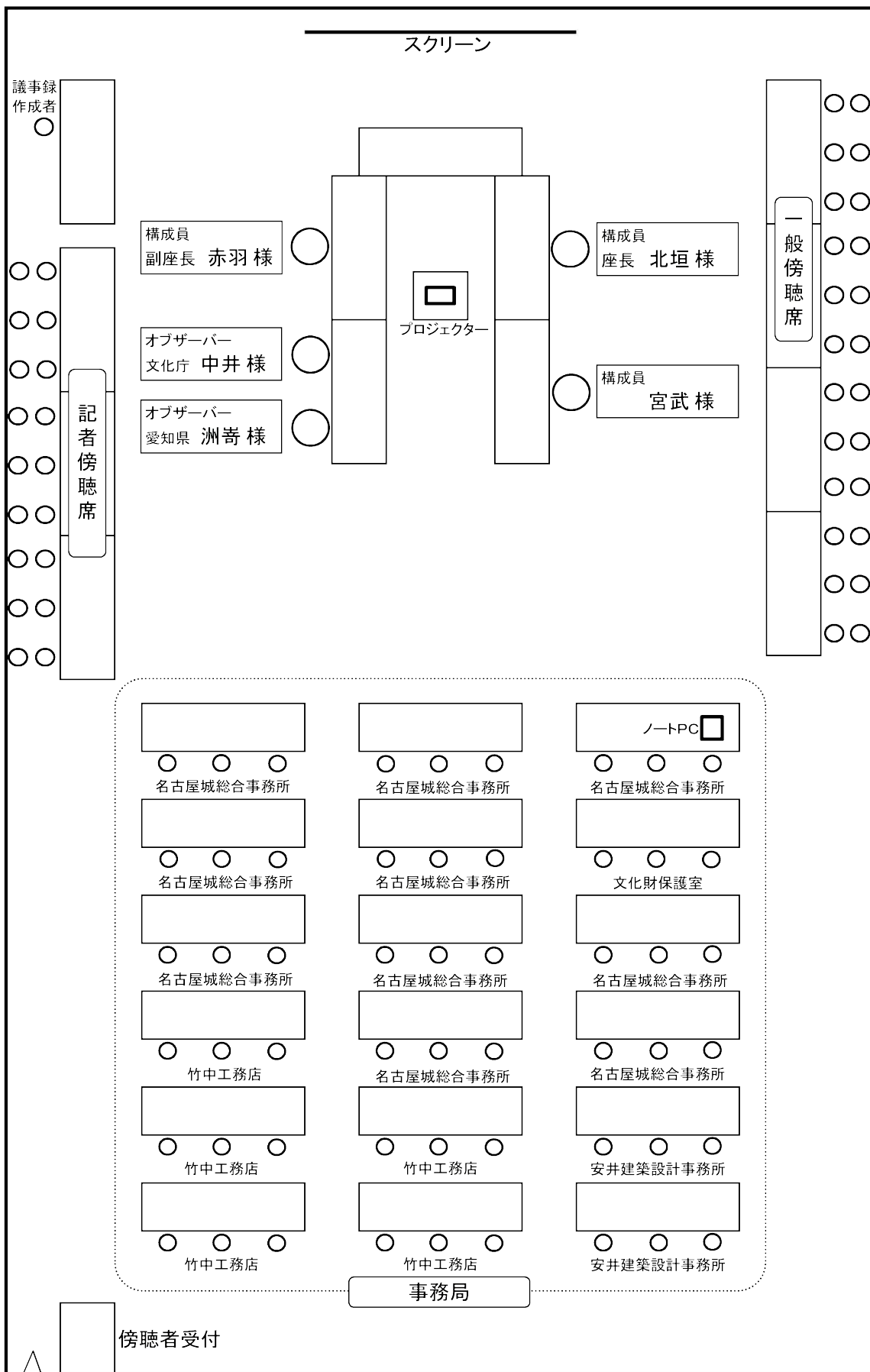
■オブザーバー

氏名	所属
中井 將胤	文化庁文化財部記念物課文化財調査官
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

第27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

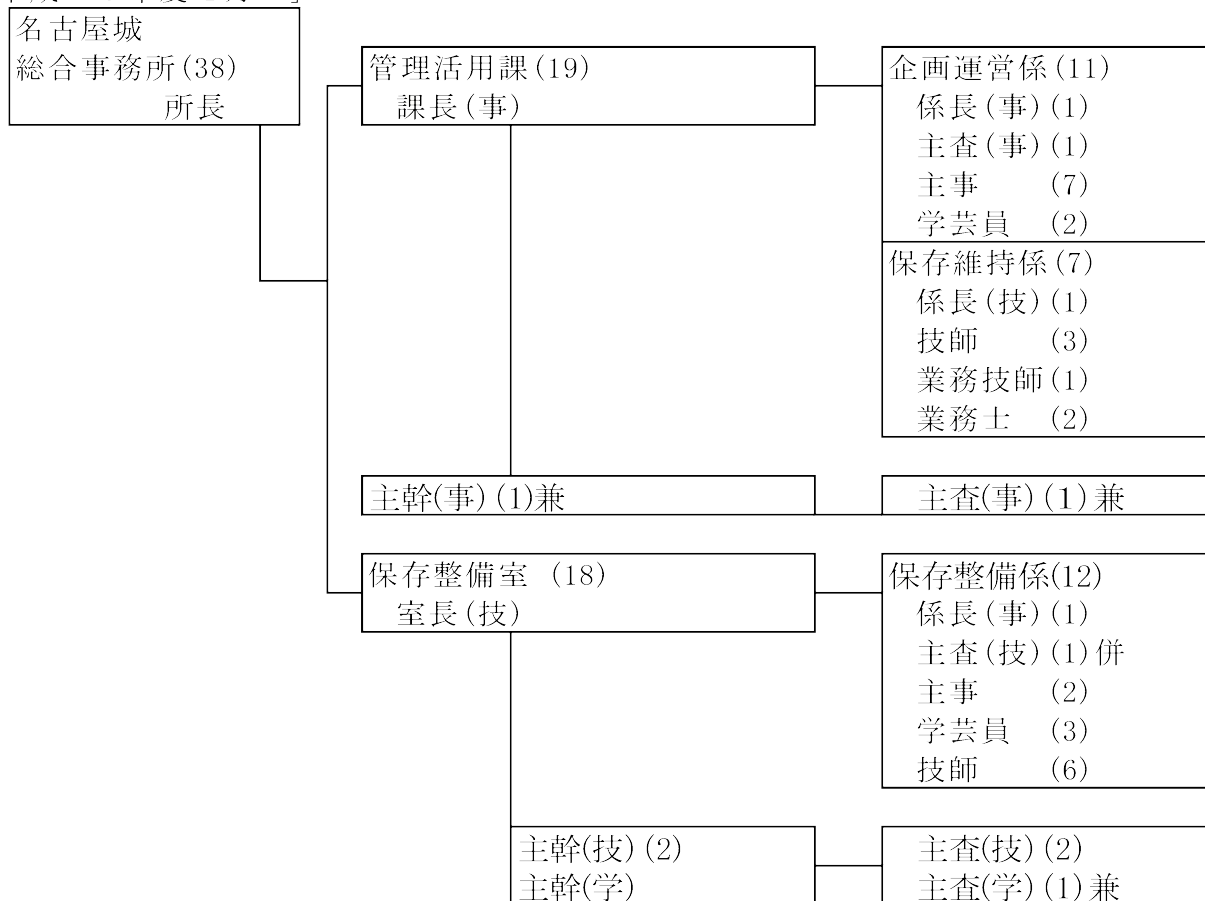
平成30年6月1日(金)
10:30~12:00
名古屋能楽堂 会議室



1 名古屋城総合事務所の平成 30 年度の調査・研究体制について

名古屋城総合事務所組織図（平成 30 年 4 月 1 日現在）

[平成 30 年度 4 月～]



兼務・併任は合計数に含めず

○平成 30 年度の学芸員体制

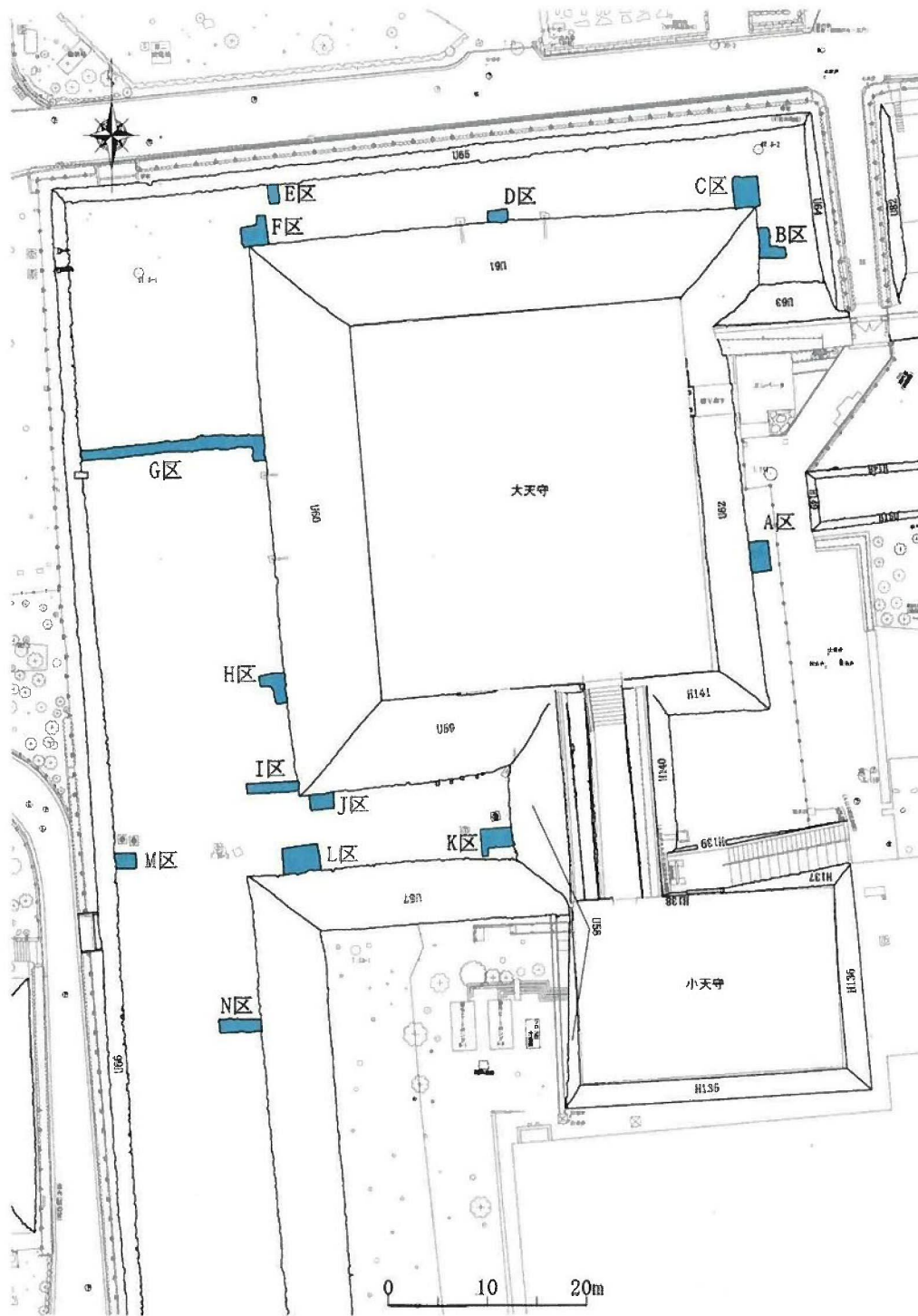
主幹	1
主査	1 (兼)
学芸員考古	3
学芸員美術	1
学芸員民俗	1
学芸嘱託考古	2
学芸嘱託歴史	3
学芸嘱託	1

特別史跡名古屋城跡天守台等石垣健全調査

平成 29 年度 発掘調査の概要

2018

名古屋城総合事務所保存整備室



調査区範囲図

A 地点

調査位置と主な目的

A 地点は大天守台本丸側(東面)、石垣番号 U62 の中央付近の根石安定性、地山面の確認等を目的に調査を行った。

調査結果

- 表土のバラス層を撤去すると戦災層が良好に残されていた。瓦や和釘等が目立った。
- 良好な状態の戦災層を極力保存することとし、攪乱溝を最大限に利用し、下部調査用のトレンチとした。
- 戦災層直下で、戦前の表土層や整地用のバラス層が確認できた。
- 旧表土の下には、瓦混じりの層が堆積しており、近世～近代の埋土と推定している。
- 下方は、築城期のものと考えられる盛土層であり、石垣面は地表面より下 2 石目上部までを検出した。
- 石垣の地下部分では、特に変状は見られなかった。



写真 A-1 戦災層を露わにしたところ。右下の掘り込みが攪乱溝。／東から



写真 A-2 攪乱溝を完掘した状態／南から



写真 A-3 調査地点遠望。被災した石垣が生々しく見える。／北・上方から



写真 A-4 トレンチ、石垣地下部分。2 段目の築石が盛土中から頭を出している。／東から

B 地点

調査概要

B 地点は石垣番号 U62 の北端寄りの内堀内に位置し、大天守台北面（U62）の根石状況、積み直し状況の石垣安定性に係る確認と、戦前堀底面及び創建当時の盛土層の確認を目的として調査を行った。

調査結果

- 上層より現表土、焼土層（戦災層）、戦前堀底層（旧表土）、漆喰等の混入する層（2 層）を確認しました。また、最下部では創建当時と考えられる盛土層が検出された。
- 漆喰の混じる層は 2 層検出され、1 層目は焼土層（戦災層）直下から掘り方が確認されました。2 層目は漆喰混じりの層を切る形で検出されていることから、濃尾地震後間もないころの廃棄土坑と考えられる。
- また、2 層目の漆喰混じりの層は戦前堀底層（旧表土）の直下で検出され、濃尾地震による廃棄土坑に切られていることから、宝暦の大修理に伴い廃棄された漆喰混じりの層と推測した。
- 根石上部付近まで掘削を行ったが、根石付近に石垣安定性に影響を与える変状、盛土層や前抑えの捨石等に異常は認められなかった。



写真 B-1 完掘状態／南東から



写真 B-2 南壁の土層状況。左端に漆喰片の廃棄土坑がみえる。／北から

C 地点

調査概要

C 地点は大天守台北面（U61）石垣の東端に位置します。大天守台北面隅角部における根石の安定性、宝暦の大修理時の積み直し状況の確認、地山層の様相の確認を目的として調査を行った。

調査結果

- 現表土直下には、焼土層（戦災層）、戦前堀底層（旧表土）が良好に残存していた。
- 焼土層中には釘や銅片が目立ち、二次焼成を受けた軒平瓦や製作会社銘刻印のある平瓦片が出土している。
- B区と異なり下位での盛土（ブロックで構成される土）層の堆積が検出されなかったため、地山面の判断が難しかった。土層断面を検討の結果、地山面を地表から約40cmのところと推定した。
- 当初、調査区西端と石垣際のみ掘削を行った。地山面の再確認として、未掘の北東部を掘り下げたところ、地山と推定した面で、瓦を含む掘り込みを検出した。この掘り込みは、瓦片を現在整理中であり、近世中の堆積ではないかと類推している。
- C地点ではB地点同様、根石の上部まで掘削を行い、石垣地下部に影響を与える変状は認められなかった。



写真C-1 地山面での検出状況と西壁／東から



写真C-2 石垣地下部分状況／北西から

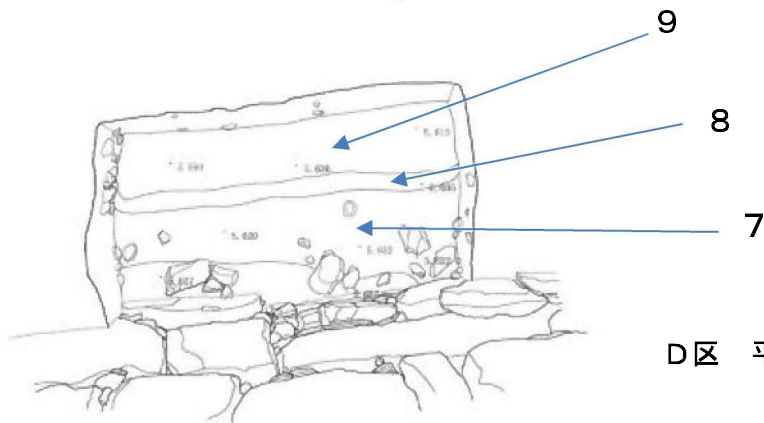
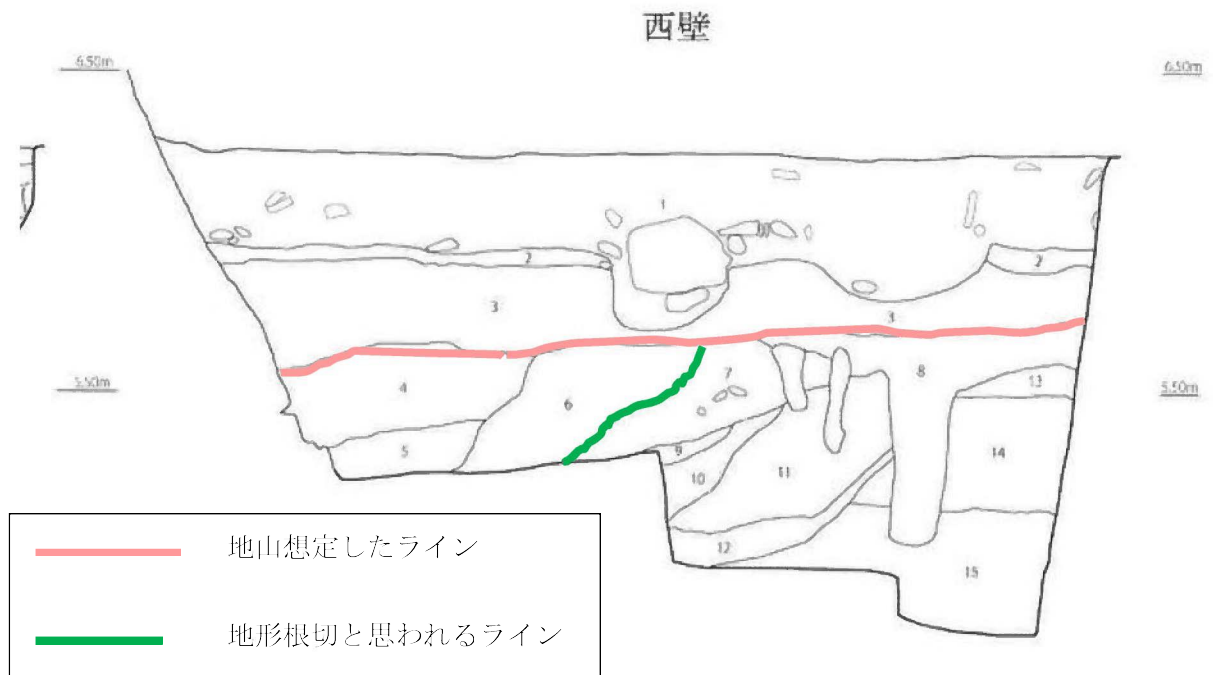


写真C-3 北東部 地山面での検出状況／北から

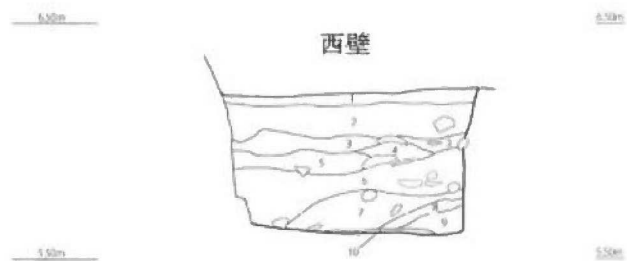


写真C-4 地山面での検出状況と西壁／東から

C区土層断面図



D区 平面図(左)西壁土層図(下)



D地点

調査概要

D地点は大天守台北面石垣（U61）の中央部に位置し、石垣の安定性の確認、中央部付近における宝暦以来の石垣積み直し痕跡の確認、戦前堀底層、地山層の有無確認を目的に掘削を行った。

調査結果

- 焼土層（戦災層）の堆積が比較的厚く、焼土層下方より戦前堀底層（旧地表土）と考えられる層を確認した。
- 石垣の手前で創建当時の盛土層を掘り起こした跡が確認され、覆土に瓦が混じる戸とから、修理等の際に掘り返された痕跡ではないかと考えた。
- トレンチ北端付近で砂質の強いブロック痕土を検出し、築城時の盛土層と推定した（西壁）。
- 盛土層と前述の瓦混土層の間に、数センチ幅の無遺物層があり、地業掘り込みの埋土と推定した（西壁断面8層）。
- 地表面露頭築石と下層の築石の間に間詰石の抜け落ちを確認し、現地表面から二段目の上部で掘削を終了した。
- 修理の境界は、地下二段目の石は創建当時の築石と考えられ、一段目と二段目の築石の間が、積直しの境界部と思われた。
- 築城期の築城期の痕跡をより確実に把握するため調査区の拡張を検討している。



写真D-1 石垣地下部分状況／北から



写真D-2 盛土上面での検出状況／西から

E 地点

調査概要

E 地点は内堀外側の U65 石垣に面している。事前の観察により、内堀外側の U65、U66 は石積方法が一見粗く見え、間詰石の抜け落ちが確認されていた。このため、E 地点では根石及び根石付近の土層状況の確認、石垣の安定性を主眼に調査を行った。

調査結果

- 現地表面下より焼土層（戦災層）の厚い堆積を確認し、その下方より戦前堀底層（旧表土）を検出した。戦災層の堆積が厚く、上面には鉄分が沈降堆積し不透水層となっていた。
- 戦前堀底層直下の比較的浅いレベルで、小円礫が集中する堆積層が検出された。
- 近代以降と思われる堆積がほとんどないことから、戦前堀底層の時期より窪地であった可能性があり、戦災層はこの窪地に戦災ガラが埋められた可能性が指摘できる。
- 小円礫の集中部分を検出したことから根石直上付近であることが想定され、かつ安全性を考慮して掘削を終了した。



写真 E-1 石垣地下部分状況／北から



写真 E-2 東壁と攪乱坑／西から

F 地点

調査概要

F 地点は大天守台北面（U61）石垣の西端隅角部に相当する。大天守台北面隅角部の根石状況と積み直し履歴の確認、戦前堀底層及び創建当時の盛土層の有無確認、及び石垣安定性の確認を目的に調査を行った。

調査結果

- 地表より下へ二石目の角石上半までを確認した。検出した角石は地上部の角石材と比べて小型に見え、石底までの掘削は危険であると考えられたため掘削をとどめた
- 今回、検出された地下の角石は、旧表土（旧堀底面）より上の部分が、地上部の勾配に合わせるため加工されていたと推定される。
- 土層堆積としては、表土下より戦災層（焼土層）及び戦前堀底層を確認した。また、戦前堀底層の下方より創建時と思われるブロック痕土の盛土層を検出した。
- 安全性を考慮して掘削し、また保存を優先したため、地山層の確認には至らなかった。



写真F-1 石垣地下部分状況／北から



写真F-2 石垣地下部分状況／西から



写真F-3 石垣地下部分状況／北から
角石の上半を、旧堀底（戦前）に合わせて加工している様子。



写真F-4 深堀部分／左下、西から
盛土層の上面を検出した。

G地点

調査概要

G地点ではU60 石垣、U66 石垣の根石の安定性、積み直し履歴の確認、戦前堀底層と地山の有無確認を目的とした。さらに、内堀を東西方向へ横断し、戦前堀底層、地山層の東西方向への堆積状況、礎石等の建物跡の有無を確認することも視野に入れた。

調査結果

- G地点では上層が広範囲に攪乱されていた。復興天守工事の際の掘削と思われる。
- 調査区西寄りでは遺存状態が良好であり、戦災層の下に戦前堀底層（旧表土）、その下方に瓦が混じる層を確認した。瓦は堆積層の下方に集中する傾向が見られ、大小の円礫や築石とみられる石材も同じ土層中でみつかっている。宝暦期の修築の際の堆積と推定し、出土する瓦の年代観も矛盾しない。
- 瓦を含む堆積は地表 30cm ほどの厚さに及び、前述したように下端付近には大小の円礫や、築石石材が含まれる。その直下でブロック混土の盛土層を検出した。
- 御深井丸側石垣（U66）では、地下部分2段目下端付近まで掘削した。地下部分の2段目下端付近は盛土層に達していることを確認した。地山の検出までには至っていない。
- 大天守台西側（U60）石垣付近では地表から二石目で石垣前面の角礫や円礫などの集中を確認した。土層等の状況から、築城期ではなく、おそらく修理時の掘り下げに伴うものと考えられた。したがって、宝暦期の改修は、この地点では地下まで及んでいた可能性が高いと思われる。



写真 G-1

トレンチ西端、U-66 石垣地下部分／東から



写真 G-2 トレンチ東端、U-60 石垣地下部分

H地点

調査概要

H地点は大天守台西側（U60）石垣の南側に設定した。根石の安定性および宝暦期積み直し境界の確認、戦前堀底層および地山の有無確認を目的に調査を行った。

調査結果

- 戦前堀底層は戦後復興工事の掘り込みに攪乱されており、ほとんど失われていた。
- 地山層と思われる面を調査区西側で確認した。
- 石垣は、上半部が地表に現れている地下一段目までは宝暦期に積み替えが行なわれており、2段目との間にわずかな段差・ずれが観察されるため、境界部だと推定した。
- 2段目より下方は築城当時の築石と思われ、石垣傾斜がやや立ち気味になることも、積み替え境界部であることを匂わせている。
- 土層断面観察からは、石垣前面に掘り込みが確認され、掘込み内埋土に瓦が混入することがわかった。状況からかんがみて、宝暦期改修時の掘り込みと考えられ、おそらく、改修しない下方の石垣状況を確認するための掘り込みではないかと推測する。同じような石垣前面を掘り込む行為については、D地点でも確認されている。

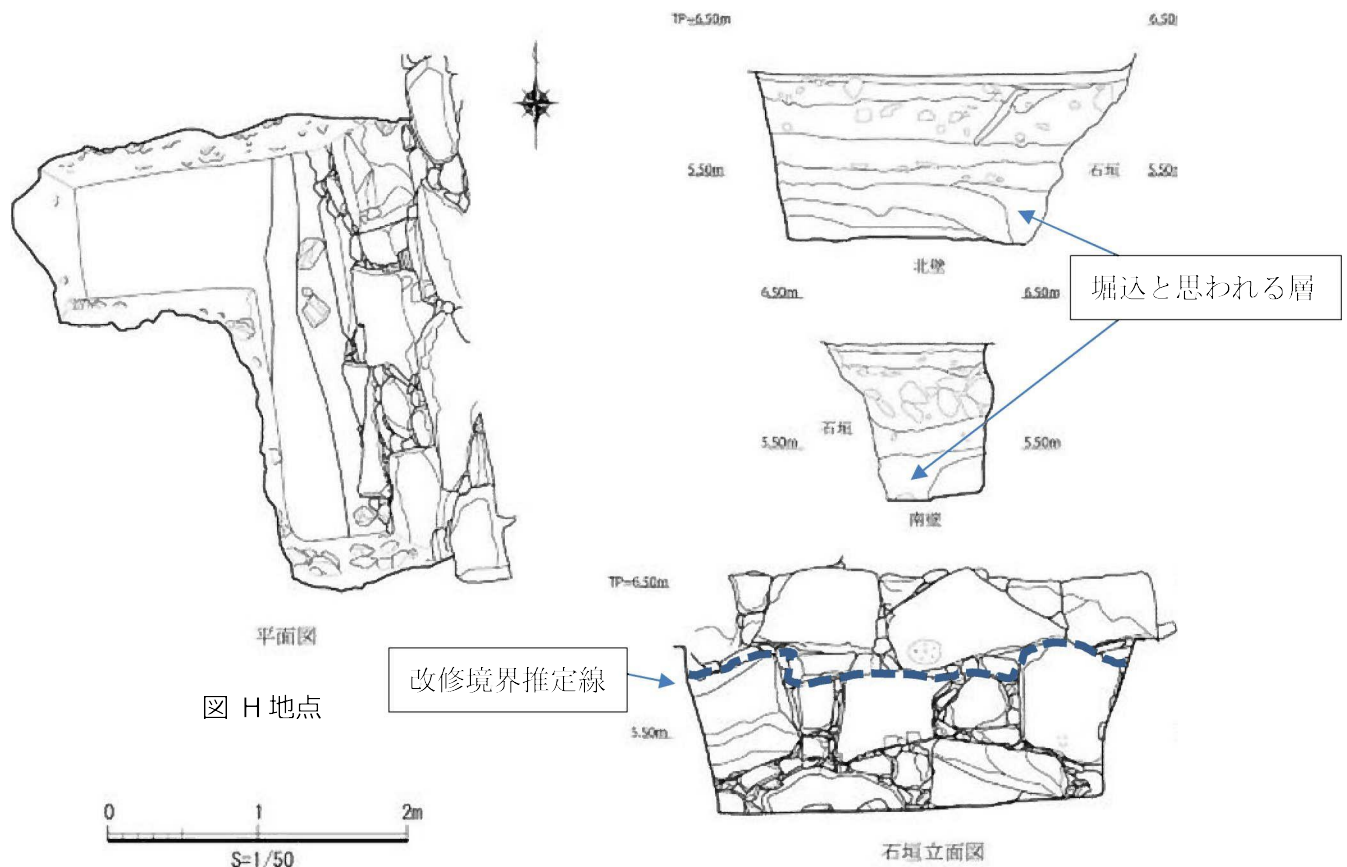


図 H 地点

I 地点

調査概要

I 地点は大天守台西側（U60）石垣の南端に設定した。大天守台南西側の隅角部根石の安定性、積み直し履歴の確認、戦前堀底層、地山層の有無確認を目的に調査を行った。

調査結果

- I 地点では良好な土層の堆積状況が確認され、戦災層・戦前地表土（旧堀底層）が残り、瓦の混じる層をはさんで、築城時と考えられるブロック混土や砂質土の盛土層が堆積していた。地表からおよそ 120cm のところで地山と思われる砂質土層を確認した。
- 石垣前面部では、前押さえの捨石かと思われる大小の礫を除きながら、最下段の石の下端付近まで掘削を行った。これらの捨石は、最終的には、断面観察から砂質の盛土層に掘り込まれた地業掘り込みの埋め戻しに伴って、埋積したものと推測している。
- 地山直上で観察された盛土層のうち、ブロック混土の 15 層は、20cm の厚さがあり、溝状の平面形を呈す砂質土である 12 層に切られていた。どちらも、無遺物層である。



写真 I-1 南壁・基本土層堆積状況／北から



写真 I-2 石垣前面の捨石状況(土層)／西から



写真 I-3 (左)
石垣前面捨石
状況(土層)／
西から

左下の黒っぽい石は、石材・形状ともに、ほかの捨石とは異質であった。

写真 I-4(右)
トレンチ全
景／西から

完掘状態。右奥、左手前の短冊形の溝は確認用トレンチ。



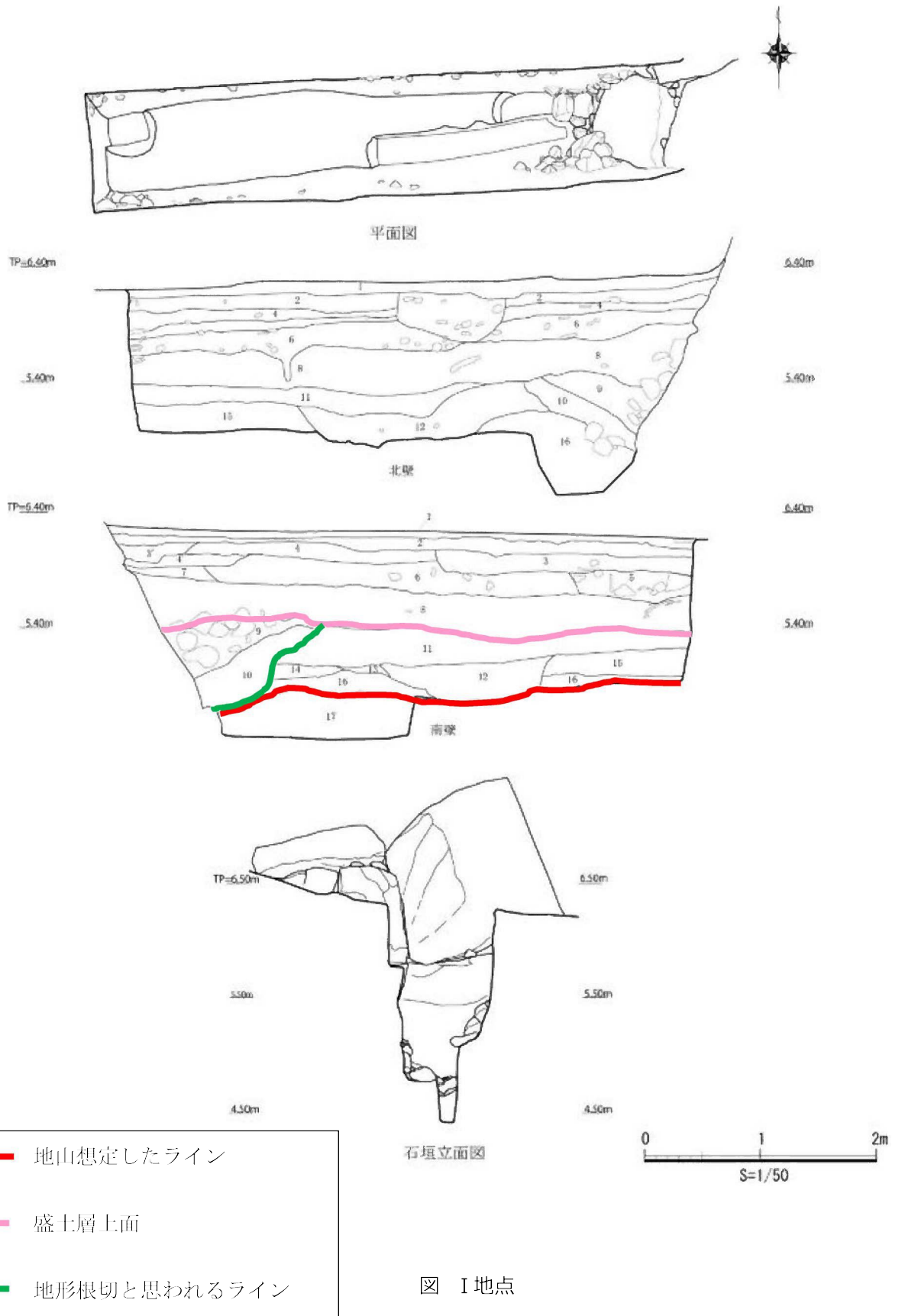


図 I 地点

J地点

調査概要

J地点は大天守台南面 (U59) の西側隅角部に設定し、根石の安定性、積み直し履歴の確認、戦前堀底層の有無確認を目的に調査を行った。

調査結果

- U59 石垣右隅の角石の下端レベルまで掘削を行い、「加藤肥後守内 中川太良平」の刻印のある角石を確認した。
- 地表から角石下端まで戦後の攪乱が著しく、もともとの堀の埋土はほとんど残存が確認できなかった。
- 「中川太良平」刻印石の下部は、間詰石も良好に残っており、安定しているように見える。



写真1-1 調査風景／南西から ▶

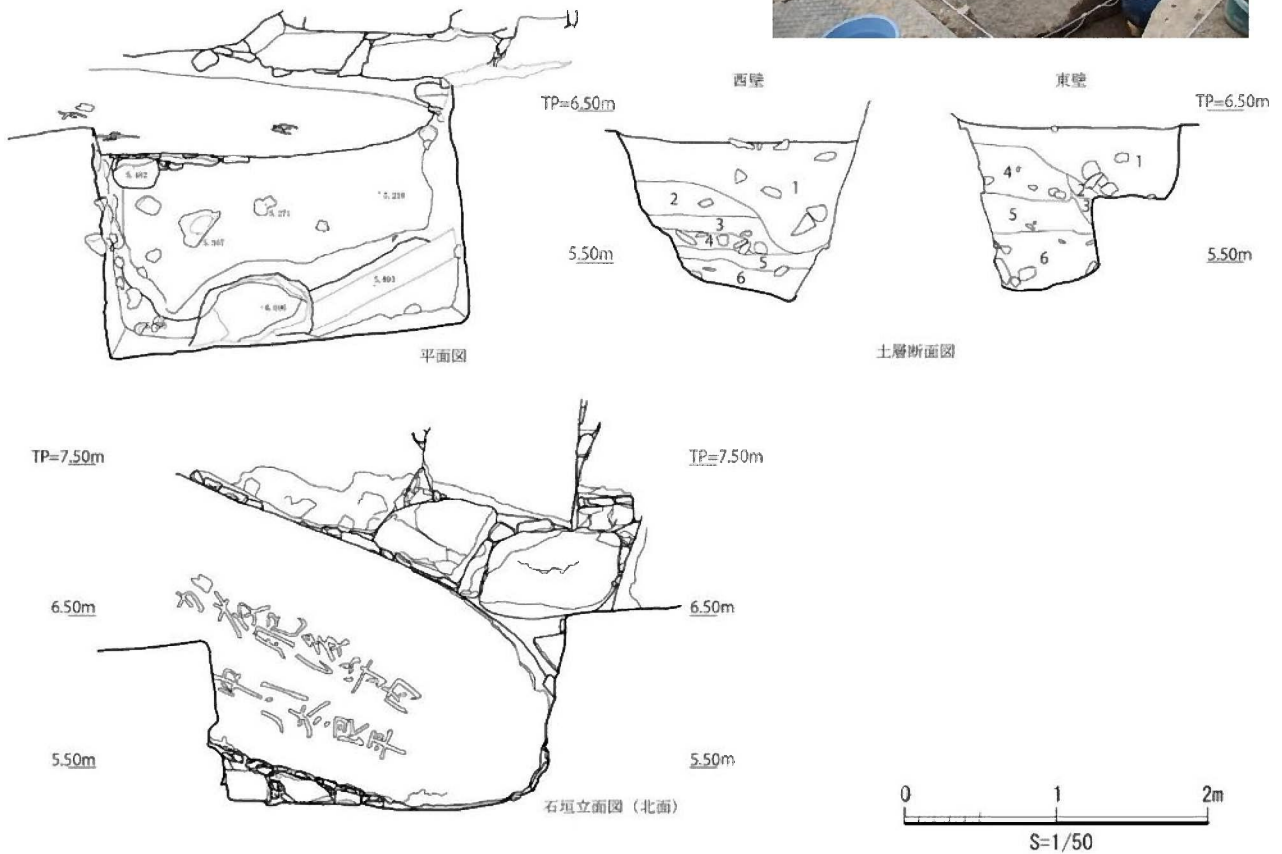


図 J地点

K地点

調査概要

K地点は大天守台と小天守台をつなぐ橋台（剣塀）の本丸側石垣（U57）との入角部に設定した。K地点の位置する入角部は他の内堀部に比べ地表面の標高が1m程度高く、濃尾地震で大きな被害を受けた場所でもあることから、根石の安定性、積み直し履歴の確認、戦前堀底層、地山層の確認に加え、土層の堆積状況、盛土等石垣抑えの状況を確認することを目的に調査を行った。

調査結果

- 表土中には、瓦や和釘・銅片等の遺物を多く含み、表土層の直下では、大小の円礫を多く含む層が厚く堆積しており、戦前の堀底層は確認されなかった。状況から、戦後復興天守工事後に集積された土砂礫ではないかと推測された。
- 混礫層の下には、漆喰や瓦片を多量に包含する土層が堆積していた。漆喰片は剣塀や南方石垣上の土堀からの崩落に由来するものと思われる。濃尾地震の際の瓦礫の集積層という可能性が高いように思われる。
- 瓦片を含む土層を除去すると、角礫・円礫が密集して現れるようになった。この礫群は、石垣前面の前押さえの捨石と推定され、礫同士が密着して強度を持つように埋められていた。捨石層をできるだけ取り除きながら、最下段と思われる石垣の状況を確認した。

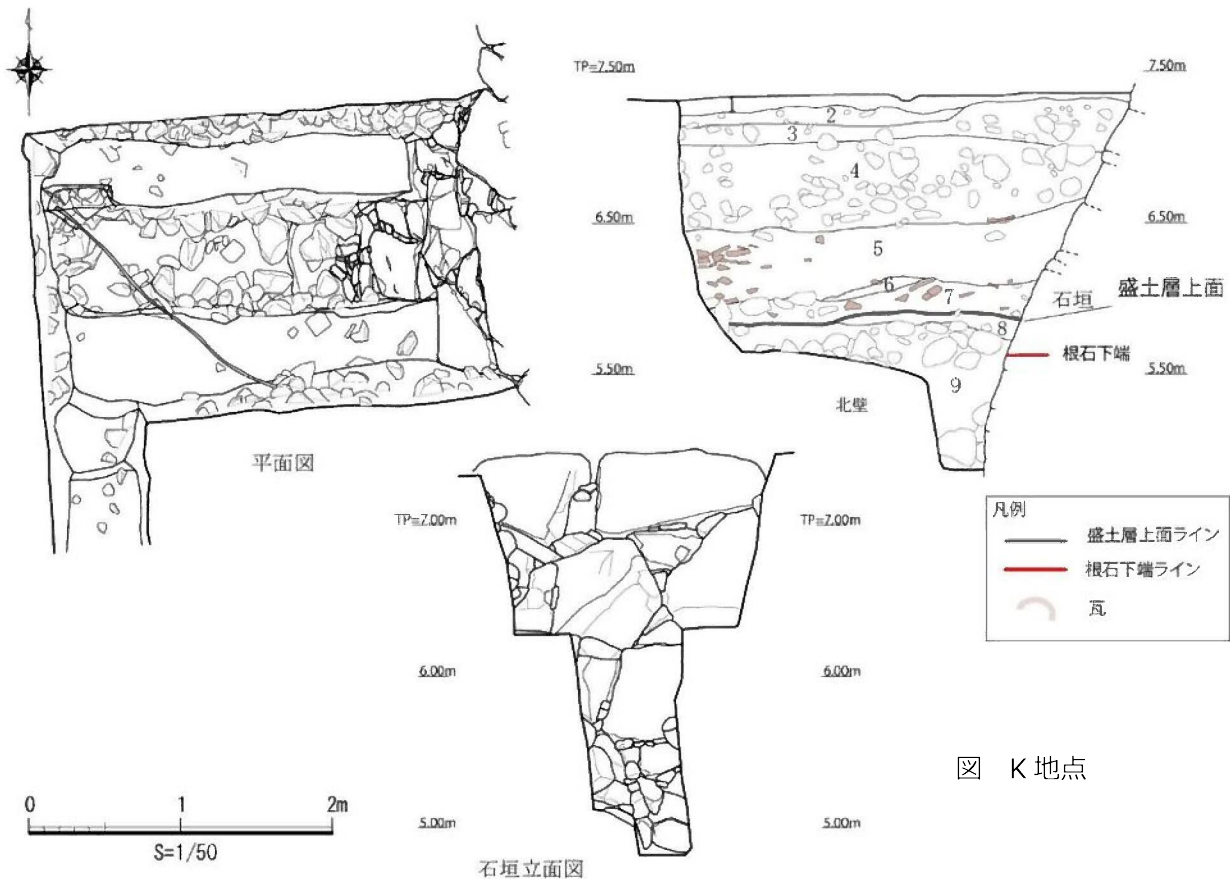


図 K地点



写真 K-1 戦後の盛り土部分／北から



写真 K-2 戦後の盛り土部分／北から



写真 K-3 北壁、土層状況／南から



写真 K-4 完掘状況／西から

L 地点

調査概要

L 地点は小天守及び橋台から西側へ続く (U57) 石垣の西端に設定した。L 地点付近の石垣は濃尾地震により大きな被害を受け、積み直しが行われていることが古写真等から明らかになっている。このため、L 地点の調査では根石の安定性、積み直し履歴の確認、戦前堀底層、地山層の確認のうち、特に積み直し境界の確認、根石の安定性について調査を実施した。



写真 L-1 表土除去後状況／南から

調査結果

- 表土直下は、調査区東半と西半で埋土や石垣前面緒の状況に違いがみられた。東半は石垣前面に小さめの礫の集中がみられた一方、西半は検出されなかった。

- 西半では、地表下 40cm ほどで硬くたたき締められた層が検出された。濃尾地震以降に修復した石垣工事の際に伴う地業と推測された。
- 硬化面の下は、瓦片を含む層が堆積し、地表から 80 cm ぐらいから、砂質の強い無遺物層に代わり、築城時の盛土層の一部ではないかと考えられる。
- 地表から約 140cm でまで掘削を行った。礫を含む盛土層が続いており、地山まで至っていない。



写真L-2 西壁、土層状況／東から



写真L-3 東壁、土層状況／東から



写真L-4 最終掘削面状況／南から



写真L-5 西端トレンチ、石垣面下部／北から

M 地点

調査概要

M 地点は内堀西側 (U66) 石垣に設定した。前述のように U65、U66 石垣は石積方法が粗く、間詰石の抜け落ち等が確認されているため、石垣根石の安定性、積み直しの確認、戦前堀底層、地山層の有無確認を行った。

調査結果

- 表土下より戦災層を検出し、戦災層の下方より戦前堀底層、さらに下層より瓦が混じる層を確認した。
- 瓦片は特に石垣付近に集中して堆積していた。時期を決定する要素が少ないものの、新しい時期の瓦片が見られないところから、おおむね江戸時代半ば頃の時期が推定される。
- 瓦集中部の下に灰白色粘質土が検出され、礫以外の遺物を含まないところから、築城時の盛土層の一部であると思われる。この層は、石垣根石と思われる石の直下に及んでおり、10cm 大の円礫を含んでいる。
- 地山までは、さらにブロック混の盛土が堆積して、地山に至る。

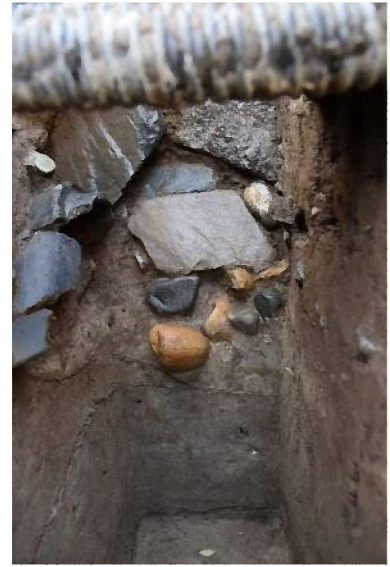


写真 M-1 西側石垣地下部分状況



写真 M-2 西端トレンチ、石垣地下部分状況



写真 M-3 南壁、土層状況／北から

N 地点

調査概要

N 地点は本丸西側 (U56) 石垣の北側に位置し、I 地点同様濃尾地震にて甚大な被害を受けた部分にあたる。N 地点付近の石垣は濃尾地震の際の積み直し部分と濃尾地震以前の石垣面が接する部分にあたり、石垣面の変状が大きくなっていた。このため、調査では根石の安定性、積み直し履歴の確認、戦前堀底層、地山の有無確認のうち、特に根石の安定性、積み直し履歴の把握に重点を置いた調査を行った。

調査結果

- 表土下より、瓦片、和釘、漆喰片等を多量に含む戦災層を確認、戦災層の下方より戦前堀底層を検出した。
- 戦前堀底層の直下より、瓦が混じる層を確認し、近代の堆積と思われる上位の層と、近世の層がみられると思われる。
- 最下層では地山と思われる砂質土層を確認した。
- 石垣面では地表までの築石は積み直しによるものである可能性が高いと思われ、地下部分は築城期の石垣と考えられる。
- 根石付近で版築状に硬く締められた盛土層(写真 N-2 参照)を確認した。



写真 N-1 完掘状況全景／西から



写真 N-2 石垣前面、版築状盛土状況／西から



写真 N-3 石垣前面、土層断面状況／北壁

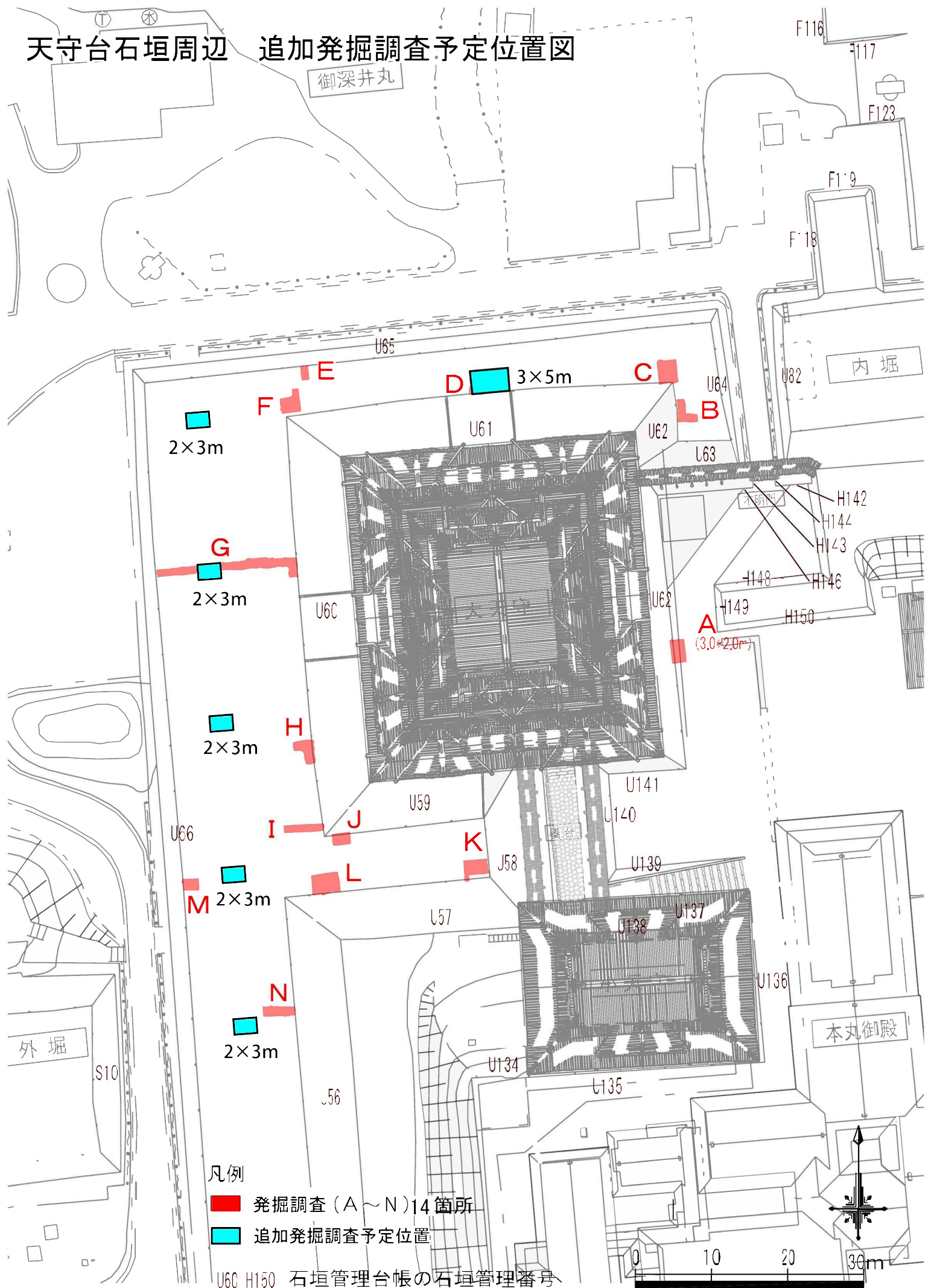
まとめ

今回の発掘調査 A～N 各地点に共通する課題として、石垣地下部分での不安定要素は認められなかった。また、後世の積み直しに伴う石垣の大きなズレや孕み等も確認されなかった。

天守台周辺とくに内堀内については、初めての発掘調査であり、石垣の地下部分や「根石」についての状況のみならず、築城当時の土木工事や堀底の経年変化等に関する情報を得ることができた。以下、項目ごとにまとめを行う。

- 戦前（第二次大戦前）の堀底層について、B・C・D・E・F・G・M・N地点で確認した。確認されなかった地点については、戦後の「復興天守」工事での攪乱が原因として考えられる。
- 地山層についてはC・H・I・M・N地点で検出した。H・I・M・N地点は、天守台西側の内堀に位置し、現地表からおよそ1.1m程度の深さ、標高5mより少し高いところで共通する。北側内堀では、C地点のみで地山の可能性のある土層を観察しているものの、他地点では確認するに至っていない。G地点では西端部で、1.2mを超えても地山に至らず、築城時からかあるいは後世なのか、堀が深くなっていることが推測された。
- D・F・G・H地点については、宝暦年間に石垣修理が実施された部分に相当する。宝暦期の修理が、地下部分に及ぶのかどうかについて着目して調査を行った。基本的には地下1石目から築城当初（慶長期）の石垣が残存すると思われる。G区は、おそらく宝暦期と思われる前面の列石等があり、宝暦期の石垣が地下部分1段目まで及ぶ可能性が高い。また、D・G・H地点においては、慶長期の石垣前面にそって幅の狭い掘り込みがあり、瓦片が含まれていることから、築城以降に何らかの目的をもって施工されたものと思われる。憶測をもって可能性を上げれば、宝暦期の修理の際の施工と推測される。
- 内堀の西側および北側の石垣つまり御深井丸側石垣については、M・G・E地点で調査を行った。M地点・G地点では石垣前面近くまで、瓦片が集中して堆積する様子が観察された。現時点では、宝暦期の修理に伴う集積と推測するにとどまる。G地点西端では、根石と思われる石下端は盛土で押さえられていると思われ、M地点では後世（宝暦期？）の攪乱が、根石下端に及ぶことが考えられる。M地点では石積が粗く、後世に積み直しが行われている可能性高いことから、積み直しに伴う掘削等により、盛土層が一部削平されている可能性が指摘できる。
- 今回唯一、人隅近くの調査となったK地点では、石垣地下部分の下部前面に、角礫等で入念な捨石積みが行われていることが判明した。
- 小天守側石垣（U-56とU-57）では、濃尾地震被災（明治24年／1891年）により、角隅部を含んで修理を行っている。L地点では、修復の際の工事痕跡と思われる状況が観察され、N地点では、修理工事の際の攪乱と思われる土層が検出された。
- N地点では、石垣前面を強化するための版築状の盛土層の施工がみられた。
- 今後カルテ等と合わせて慎重に石垣の状態・劣化等に対処していく重要性を感じる。

天守台石垣周辺 追加発掘調査予定位置図



凡例

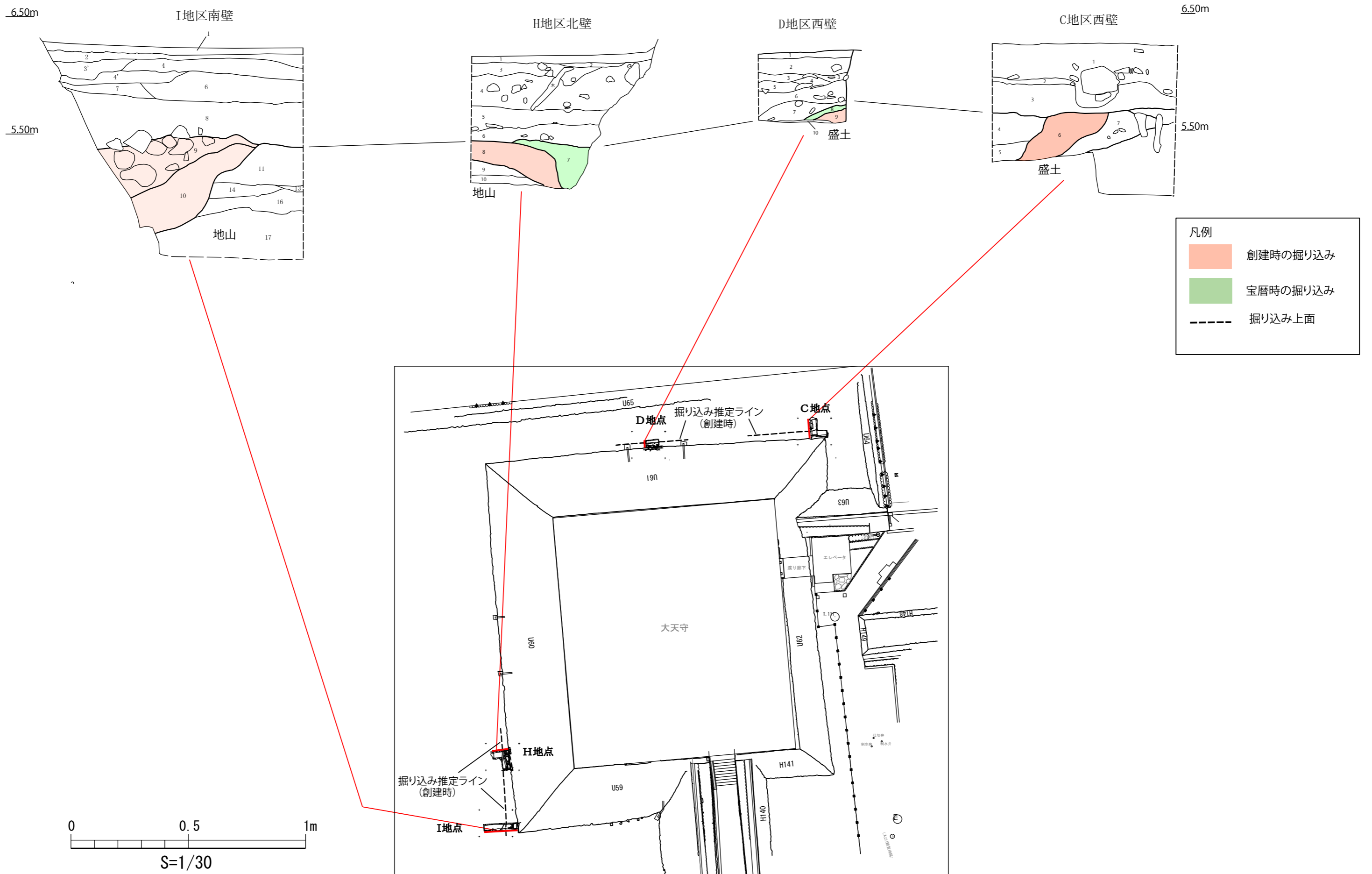
■ 発掘調査 (A~N) 14箇所

■ 追加発掘調査予定位置

U6C H150 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)

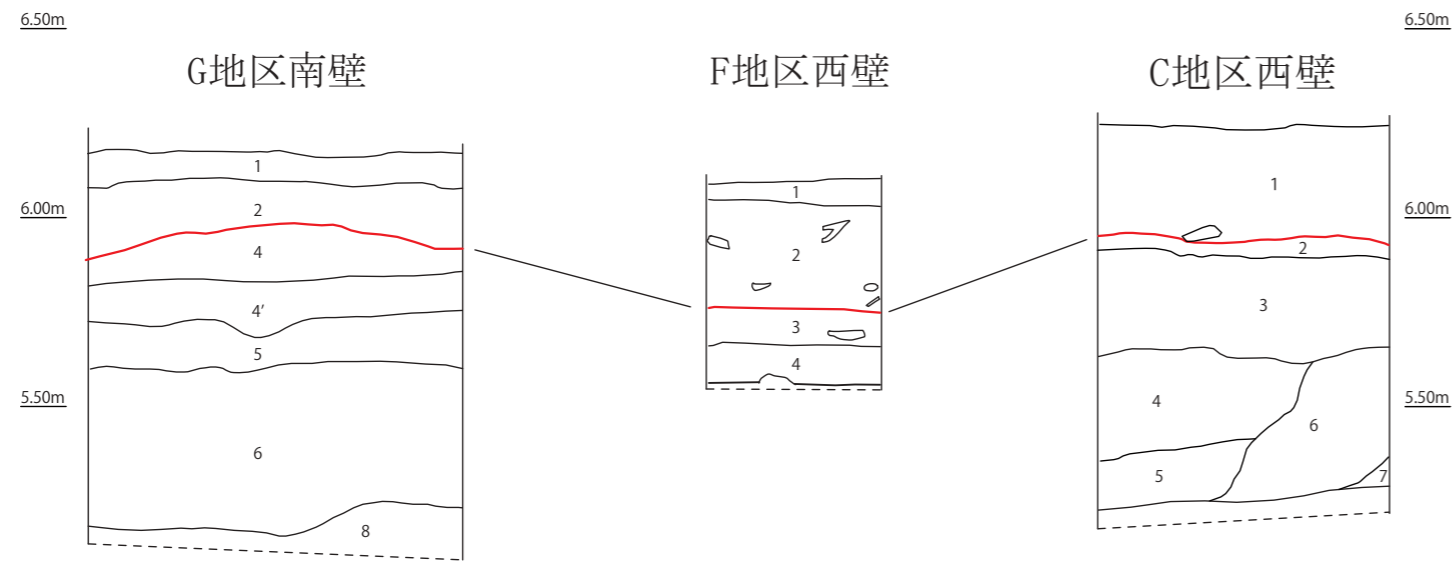
名古屋城天守台石垣周辺発掘調査

石垣掘り方掘り込みセクション図 (C・D・H・I地区壁断面部分)

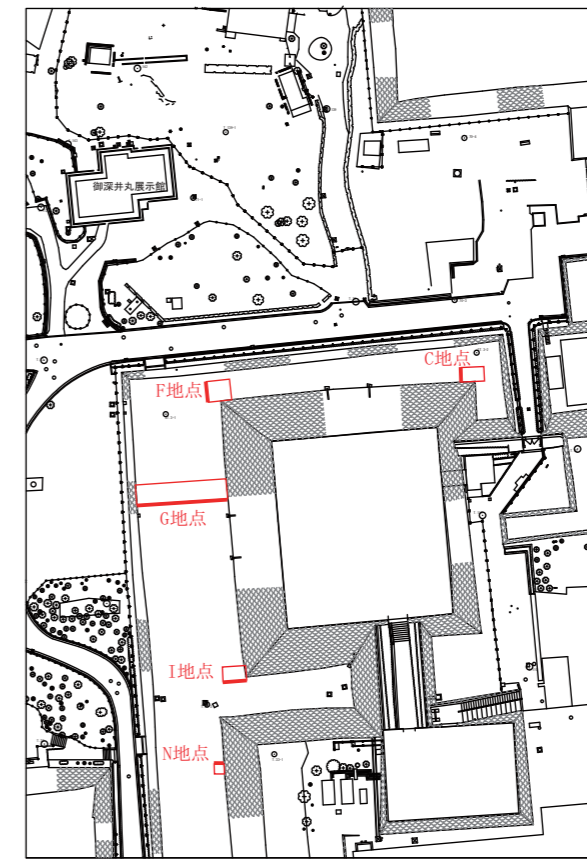


名古屋城天守台石垣周辺発掘調査 戦災ガラ層直下地山層上面ラインの比較

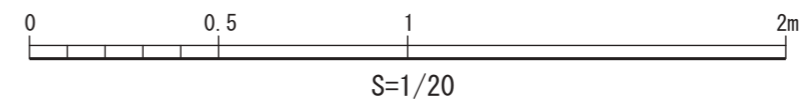
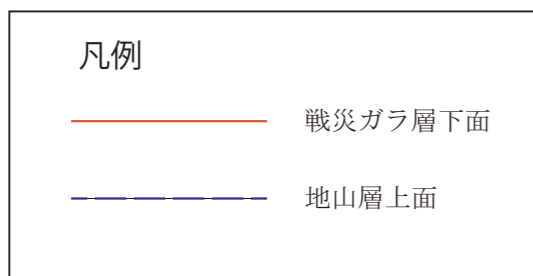
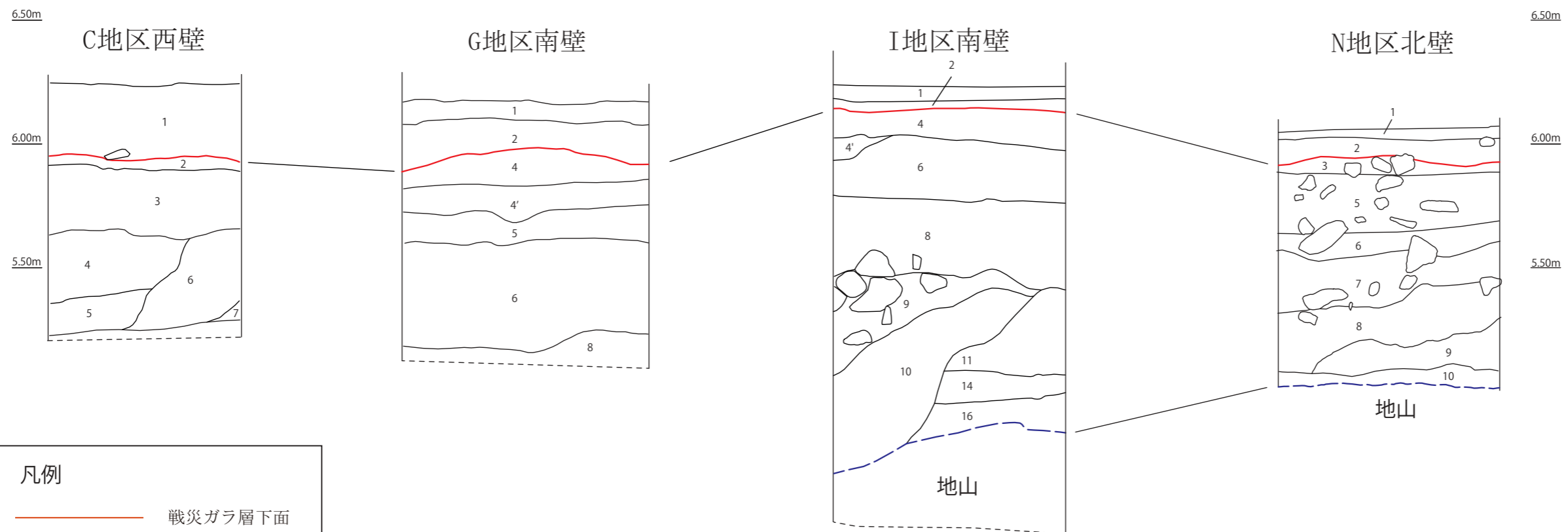
【東西方向】



位置図



【南北方向】



発掘調査内容一覧

- ・築城以来の石垣の変状、近代現代における積み足し、積替え、安定性、変状の進行具合を確認調査する。
石垣裾部を発掘し、地下に埋没している石垣の積みだし、ズレ、劣化、変状の程度を探る。土台木の健全度の把握及び郭・堀底の安定基礎の接触面を探る。

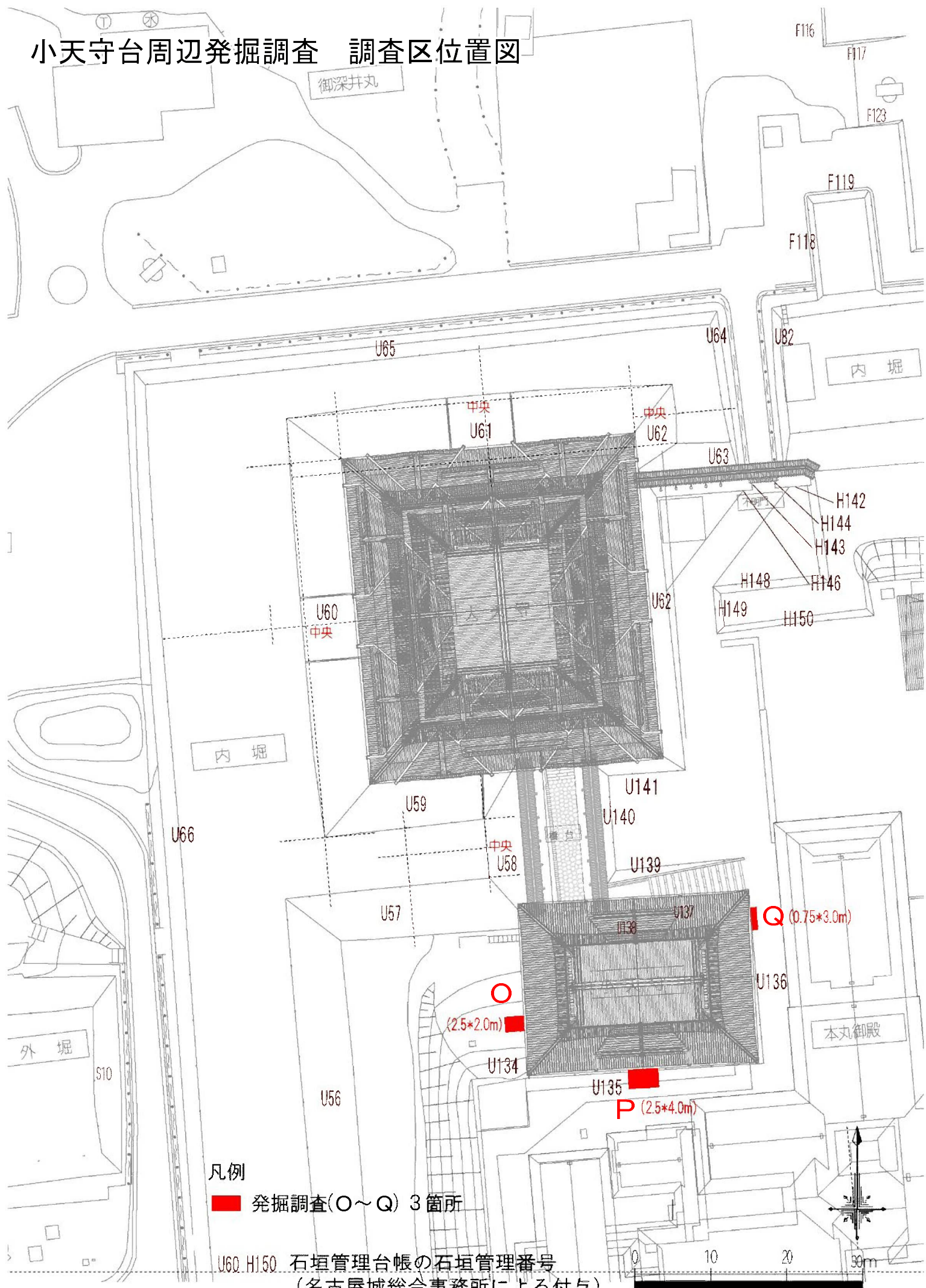
調査区名	調査規模 (m)		調査地区 (曲輪)	調査箇所	調査目的	掘削方法	調査手順	留意点
	幅	面積						
O	2.0	長さ	本丸	小天守 石垣裾部	調査対象石垣 (U18) は、小天守西側に位置し、小天守石垣の健全性、安定性を確認するため根石の調査を実施する。	人力掘削を基本とする。表土は機械掘削とする。	表土は小型重機にて掘削を行う。表土より下層は人力にて検出面まで掘削する。平面図及び土層断面図を作成し、写真撮影を行う。その後、根石掘え付け高さ(根石上部)まで掘り下げ、平面図及び石垣立面図、土層断面図を作成し、写真撮影を行う。	表土が薄く近世遺構面まで浅いと考えられることから、遺構面を痛めないよう慎重な掘削作業を行う。調査に支障のある近現代雨汚溝は一部仮撤去し、調査終了後に復旧する。
		5.0			小天守西側での根石の確認と江戸期の旧状況の確認、石垣西側斜面の堆積状況を確認する。			
P	2.5	長さ	本丸	小天守 石垣裾部	調査対象石垣 (H135) は、小天守南側に位置し、小天守石垣の健全性、安定性を確認するため根石の調査を実施する。	人力掘削を基本とする。表土は機械掘削とする。	表土は小型重機にて掘削を行う。表土より下層は人力にて検出面まで掘削する。平面図及び土層断面図を作成し、写真撮影を行う。その後、根石掘え付け高さ(根石上部)まで掘り下げ、平面図及び石垣立面図、土層断面図を作成し、写真撮影を行う。	表土が薄く遺構面まで浅いことが考えられるため、遺構面を痛めないよう慎重に掘削作業を行う。
		4.0			下部の土中部分の石垣の健全性、根石の状況を確認する。			
Q	0.75	長さ	本丸	小天守 石垣裾部	調査対象石垣 (H136) は、小天守東側に位置し、小天守石垣の健全性、安定性を確認するため根石の調査を実施する。	人力掘削を基本とする。表土は機械掘削とする。	表土は小型重機にて掘削を行う。表土より下層は人力にて遺構検出面まで掘削する。平面図及び土層断面図を作成し、写真撮影を行う。その後、根石掘え付け高さ(根石上部)まで掘り下げ、平面図及び石垣立面図、土層断面図を作成し、写真撮影を行う。	表土が薄く遺構面まで浅いことが考えられるため、遺構面を痛めないよう慎重に掘削作業を行う。
		2.2			積替えの可能性があり、下部土中部分での根石の健全性、根石の状況を確認する。			

3箇所 17.2 m²

※ 注記

- ・掘削にともなう発生土は、調査区の脇に仮置きして、シートなどで養生を行う。
- ・調査終了後は遺構面を山砂で保護した後に埋め戻す。なお、埋め戻し材は掘削土に消石灰を重量比2%添加したものを使用する。
- ・調査規模は、堆積土及び盛土の厚みや土の締まり具合によって、作業時の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0.11m。

小天守台周辺発掘調査 調査区位置図



平成 30 年度本丸搦手馬出周辺石垣修復工事（案）の概要について

平成 30 年度の修復工事は、残り 2 段の石垣の取り外しを行うとともに、積直しに向けた検討を行う。また、石垣の動態観測についても引き続き行う。

■ 主な工事内容

I 石垣の解体

過去の石垣調査で、上部の築石が下部の築石より前に迫り出している部分があることが明らかとなった。この迫り出した石材までの解体を行う。なお、今年度工事完了後に一部が水中に没してしまうため、養生（地山面をシートで覆い、栗石を戻し、前面に土嚢を設置する）を行うことで保全を図る。

II 石垣面の動態観測について

今年度も継続して、本丸搦手馬出北面・東面および仮設スロープ部分において孔内傾斜計の計測および光波測量を行う。同様に元御春屋門付近内掘側（孕みの大きい箇所）においても光波測量による観測を行う。

III 石垣積直しの基準線について

今年度の工事で 2 段取外した下の石垣については、多少前にせり出している状態にあるため、積直す築石は枠工で押えた現状の石垣前面から控えて積む必要があることから、積直しのための基準線の検討を行う。

IV 積直しの勾配・高さについて

石垣の積直しのため、勾配についての検討を行う。また、復元する高さについては、孕み出しによる沈下の影響等を考慮した検討を行う。

V 石垣背面の仕様について

石垣背面の栗石・背面盛土については、今までの調査結果を踏まえたうえで、地盤工学の観点からの検討も行い仕様を定めていく。（栗石の幅や密度、背面盛土の石灰改良及び背面盛土内の排水層の設置など）

VI 石材の再利用について

積直しに際し、石材の状態を把握するとともに、軽微な割れを起こしている石材が再利用可能であるかの基準を定めるとともに、再利用不可となる場合の対応方法についての検討を行う。

石垣修復にともなう文化財調査（案）の概要について

石垣の解体に伴い、文化財調査を合わせて実施する。

主な調査の内容

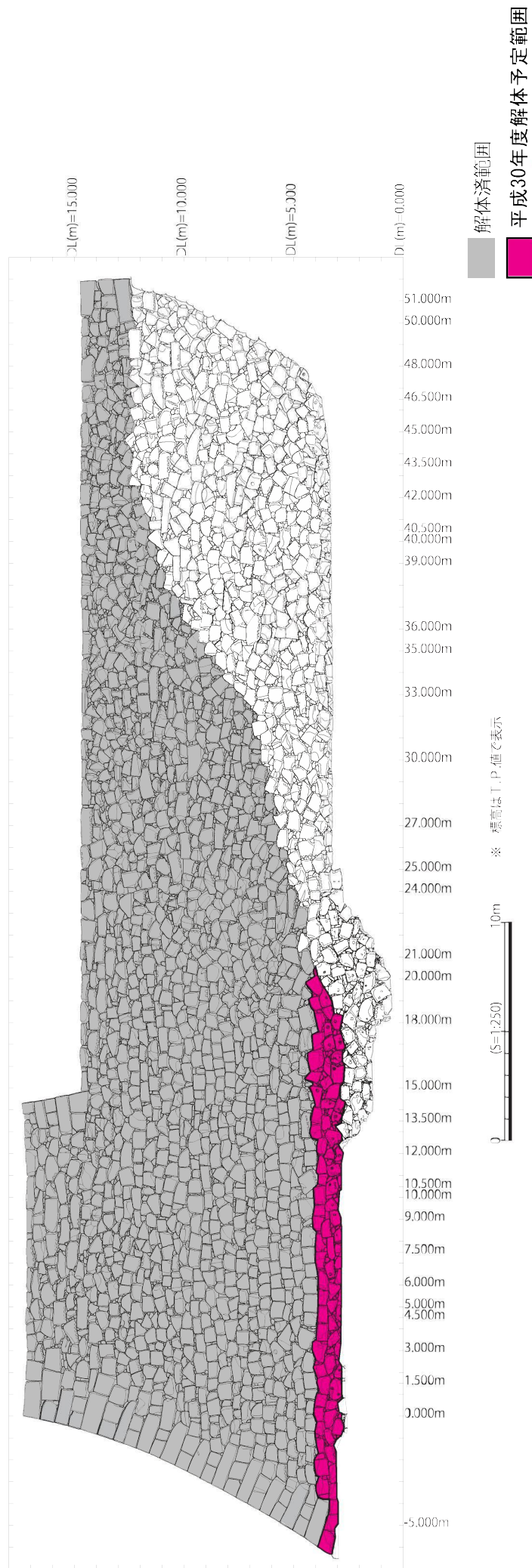
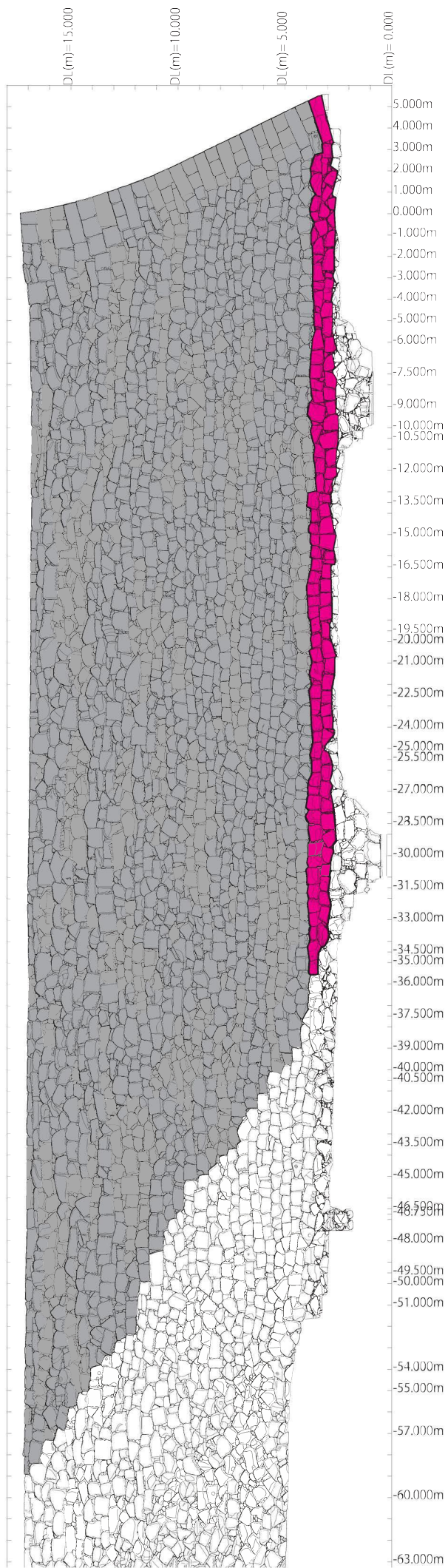
VII 石垣解体に伴う調査

東面および北面にて調査を行う。築石の積み方や裏栗石の範囲などについて平面、背面、底面の状況について観察・記録する。

VIII 石材カード

解体した石材について各種カード類（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。

平成30年度石垣解体予定範囲



本丸搦手馬出東面断面図

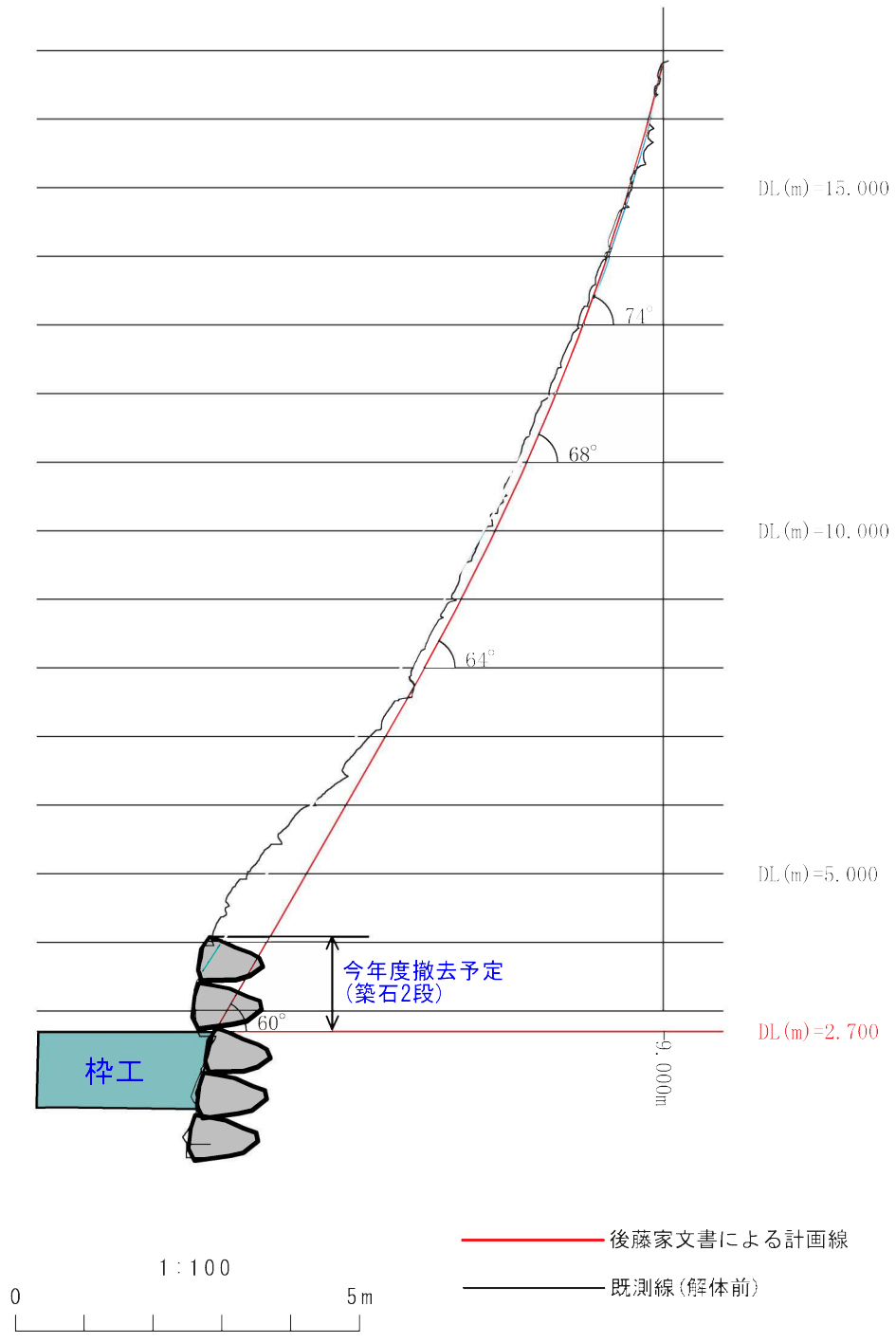


写真1
榎手馬出東面

孕み出しの大きい箇所

地盤面石垣前面のライン
石垣復元勾配の引出点



写真2
搦手馬出北面

地盤面石垣前面のライン
石垣復元勾配の引出点



名古屋城天守閣整備事業

平成30年6月11日

特別史跡名古屋城跡全体整備検討会議
[第11回 天守閣部会]

[資料-3] 大天守の屋根形状の検討について

[資料-4] 屋根雨水流れの解析について

1-1 大天守の屋根形状の検討 概要

(1) 大屋根

大天守の屋根は5層で構成され、5層を入母屋造とし、南北面にそれぞれ4つの千鳥破風と2つの唐破風、東西面にそれぞれ3つの千鳥破風と1つの唐破風を設けたものとなっている。

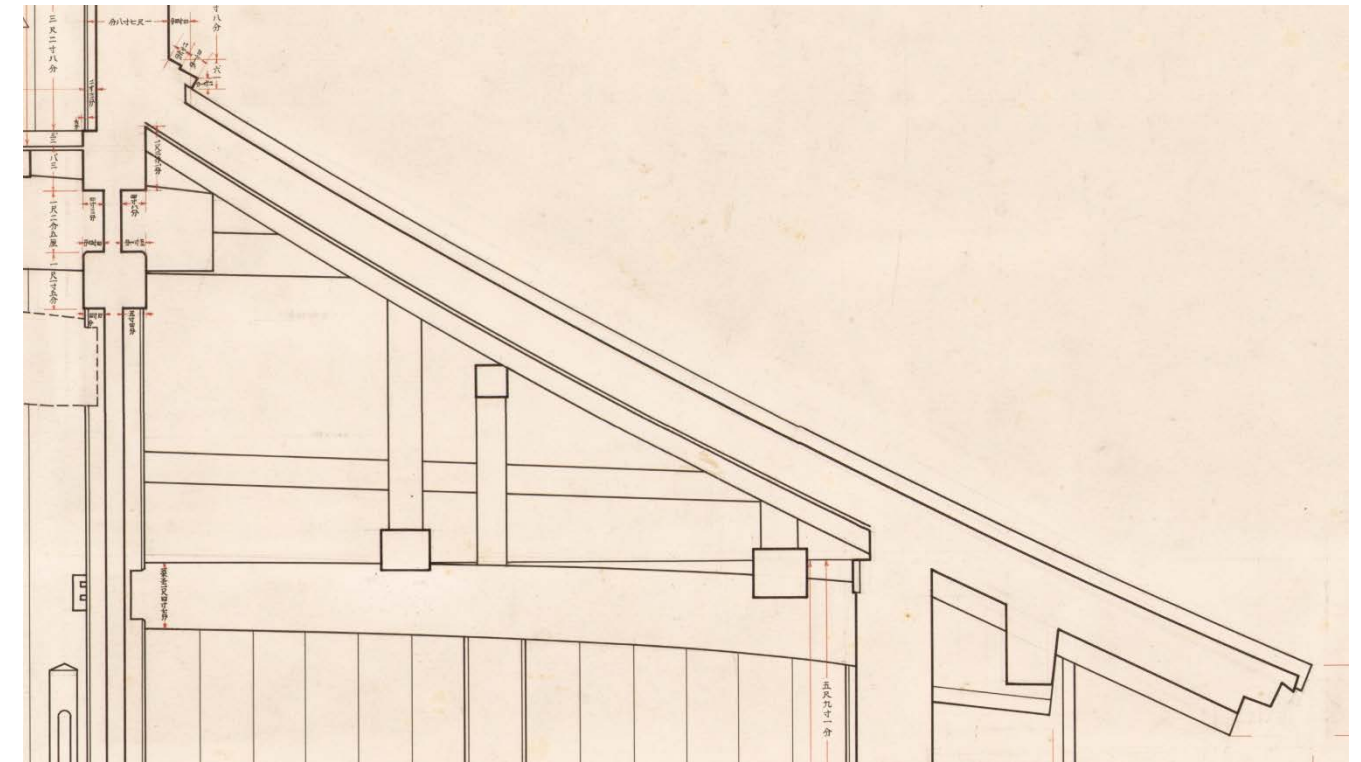
今回、破風を除いた基盤となる屋根部分が大屋根とよび、形状の検討を行うこととした。

(2) 屋根形状の検討材料

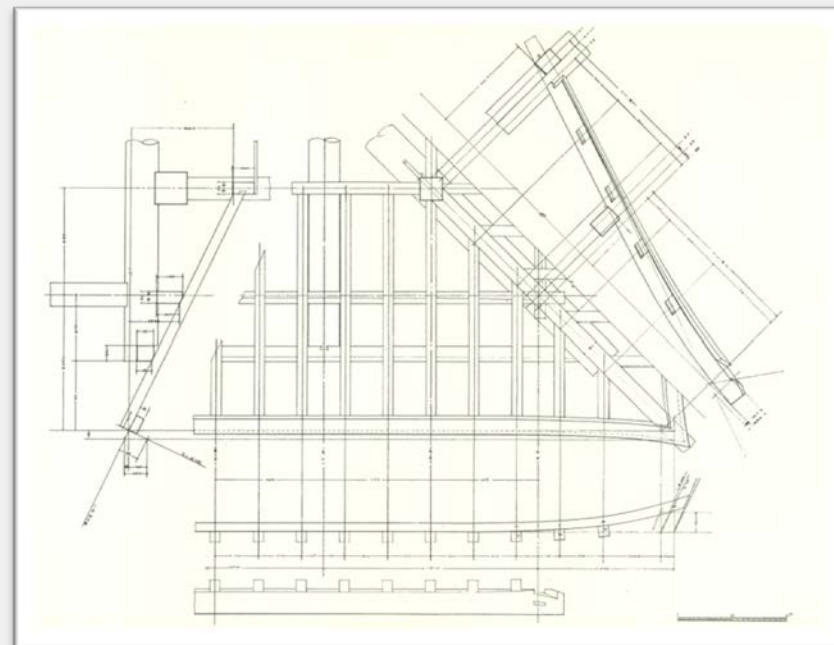
- ①昭和実測図（平面図、立面図、断面図、見上図、部分詳細図、等）
- ②ガラス乾板写真
- ③野帳などその他資料

(3) 大屋根形状の検討プロセス

- 1) 大屋根の基本断面（平の断面）
 - ①昭和実測図の分析 ②屋弛み曲線の作成 ③各層の屋根基本断面図（案）の作成
 - 2) 軒反り
 - ①昭和実測図の分析 ②ガラス乾板写真の分析 ③軒反り曲線（トレース曲線）の作成
 - 3) 規矩図（検討案）の作成
 - 4) 昭和実測図立面図との重ね合わせ確認・調整
 - 5) ガラス乾板写真との比較検証・調整
 - 6) 破風など取り合い検証・調整
 - 7) 現天守の写真・3Dスキャンデータ、竣工図などとの比較検証
- 現在は「4）昭和実測図立面図との重ね合わせ確認・調整」の段階である。



昭和実測図「名古屋城天守二層及三層東側矩計詳細図」を加工
二層部分



「名古屋城西北隅櫓修理工事報告書」第一九図 一重規矩図を加工

規矩図

古くから日本に伝承された建築技術による作図法に基づき、「屋根の基本断面の形状/寸法」と「屋根の軒反り曲線（正面からの見え掛かりの曲線）」から作図し、屋根の平面図・断面図・立面図により立体形状を求め、表現した図面を本章では「規矩図」と呼ぶこととした。



南面 ガラス乾板写真「天守閣(焼失)南面」を加工
三層部分

1-2 大屋根の基本断面

1) 昭和実測図(断面図・断面詳細図)の分析

昭和実測図において大天守の屋根の断面形状は断面図・断面詳細図に表現されている。そこで、大屋根の断面を設定する根拠として、以下のポイントを中心に実測図の分析を行った。

なお、図面上表現されている部分は限定されるため、「実測図上の線を延長」「漆喰部分の塗り厚を仮定」など一部想定しながら分析を行った。

■分析のポイントと結果

①屋根の勾配

→ 5寸~6寸勾配程度であり、上層にむかい急になる傾向が見受けられる。

②屋根表面の断面曲線(屋弛み曲線)の形状

→ 屋根表面の断面曲線形状は二層と五層の詳細図によく表れおり、その屋弛み曲線は二層と五層で一致した。これを「名古屋城大天守 屋弛み曲線」とした。

(五層 引渡し: 弛み深さ=1:0.021)

③軒の出・出桁の出寸法

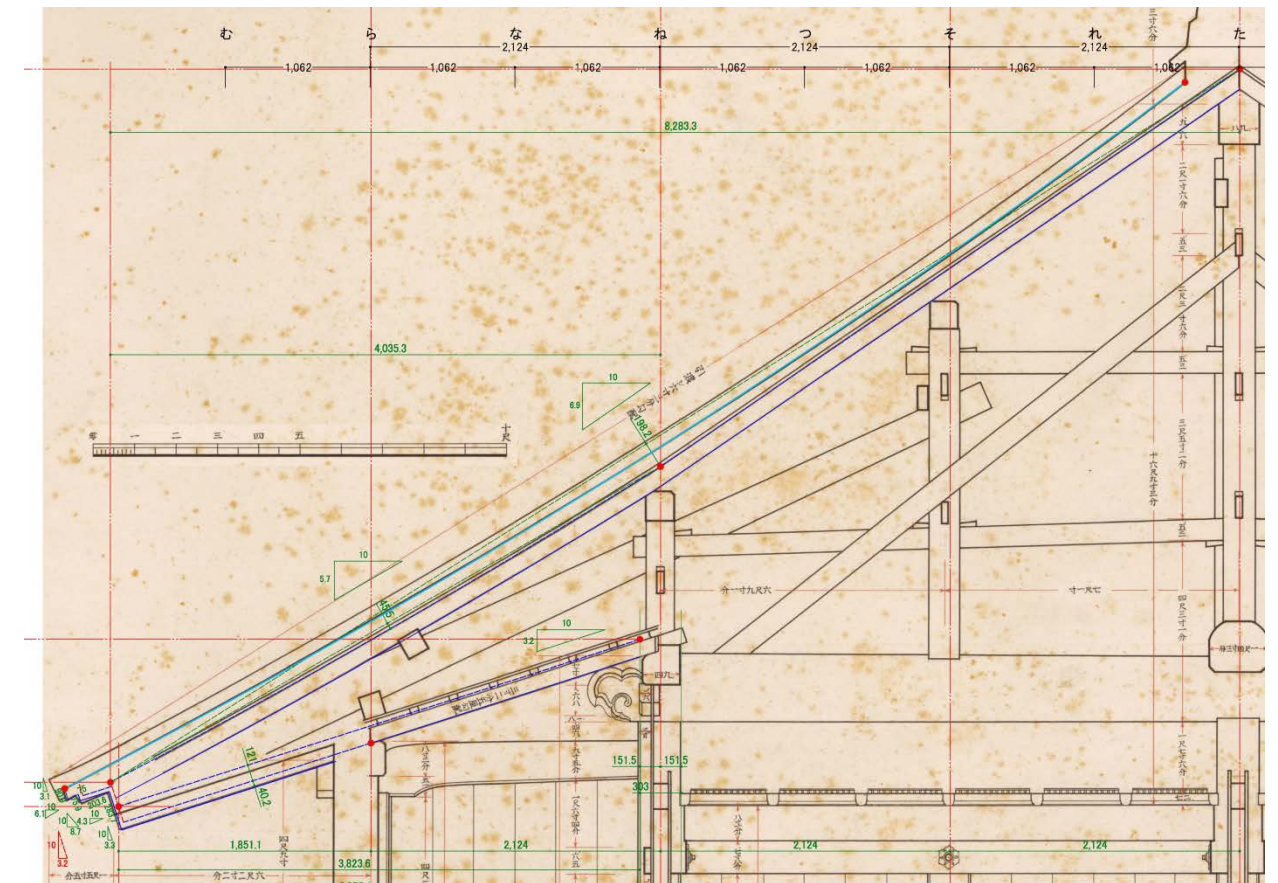
→ 初層 入側柱~出桁: 3尺程度、出桁~軒先: 3尺程度
 二、三、四層 入側柱~出桁: 3尺程度、出桁~軒先: 4尺程度
 五層 入側柱~軒先: 6尺程度

④化粧垂木の形状(屋根断面方向)

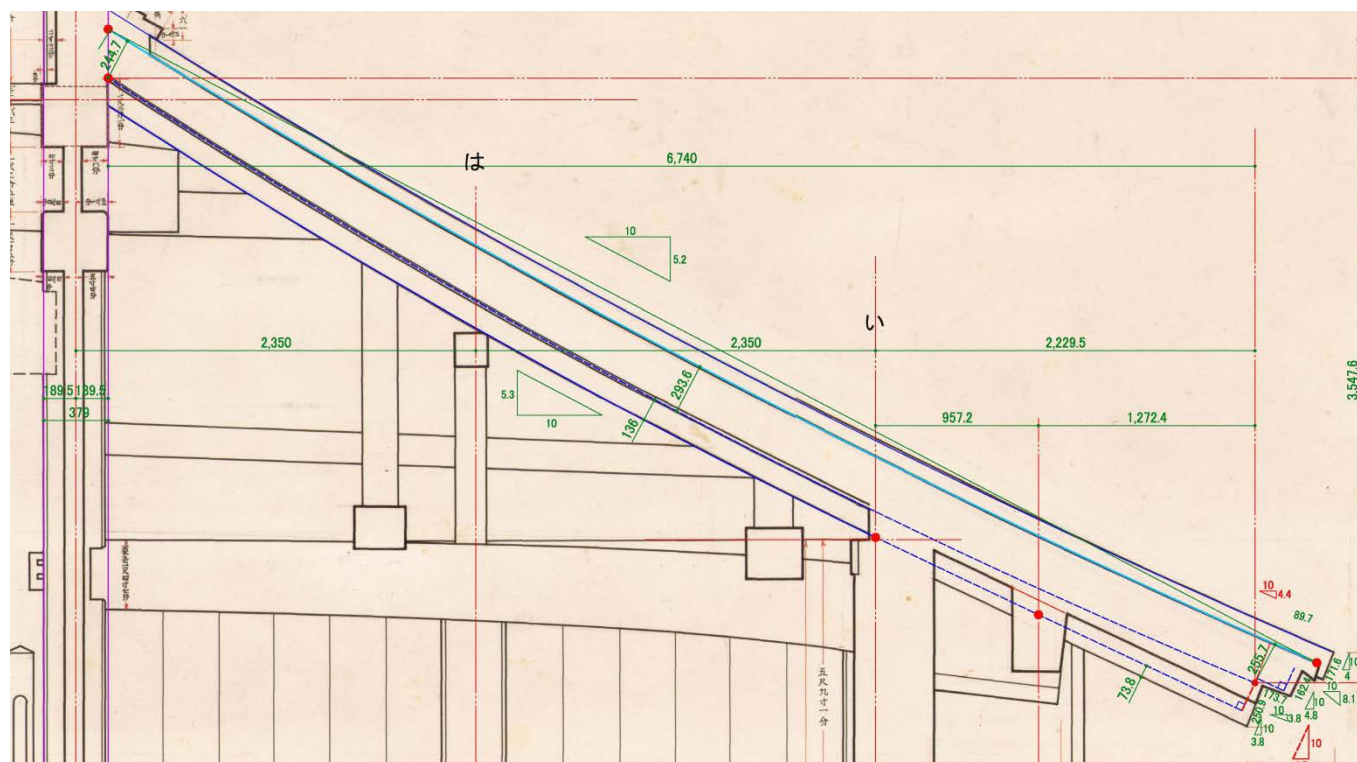
→ 一層、五層: 直線状 二層、三層: 曲線状(四層: 図に表れている部分が少なく判断が難しい)

⑤軒の先端(垂木小口(茅負前面)に漆喰塗された部分)の角度

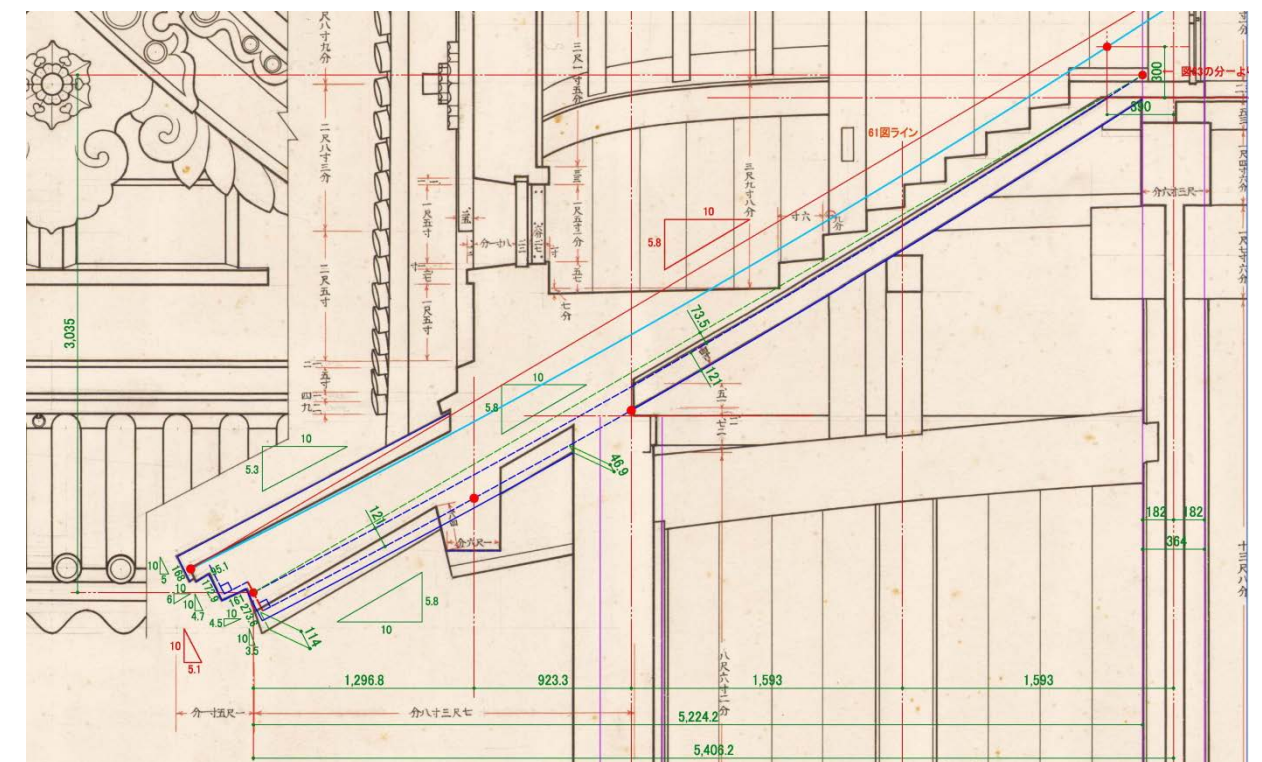
→ 垂木下端(漆喰塗された部分)に対して矩(直角)から平均で10度程度起きている。



南面 昭和実測図「名古屋城天守五層小屋組詳細図」を加工



南面 昭和実測図「名古屋城天守二層及三層東側矩計詳細図」を加工
二層部分



南面 昭和実測図「名古屋城天守三層南側千鳥破風姿及断面詳細図」を加工

1-2 大屋根の基本断面

2) 見上図・平面図の分析

昭和実測図において大天守の屋根の平面は平面図・見上図に表現されている。そこで、大屋根の平面・断面を設定する根拠として、以下のポイントを中心に昭和実測図の分析を行った。

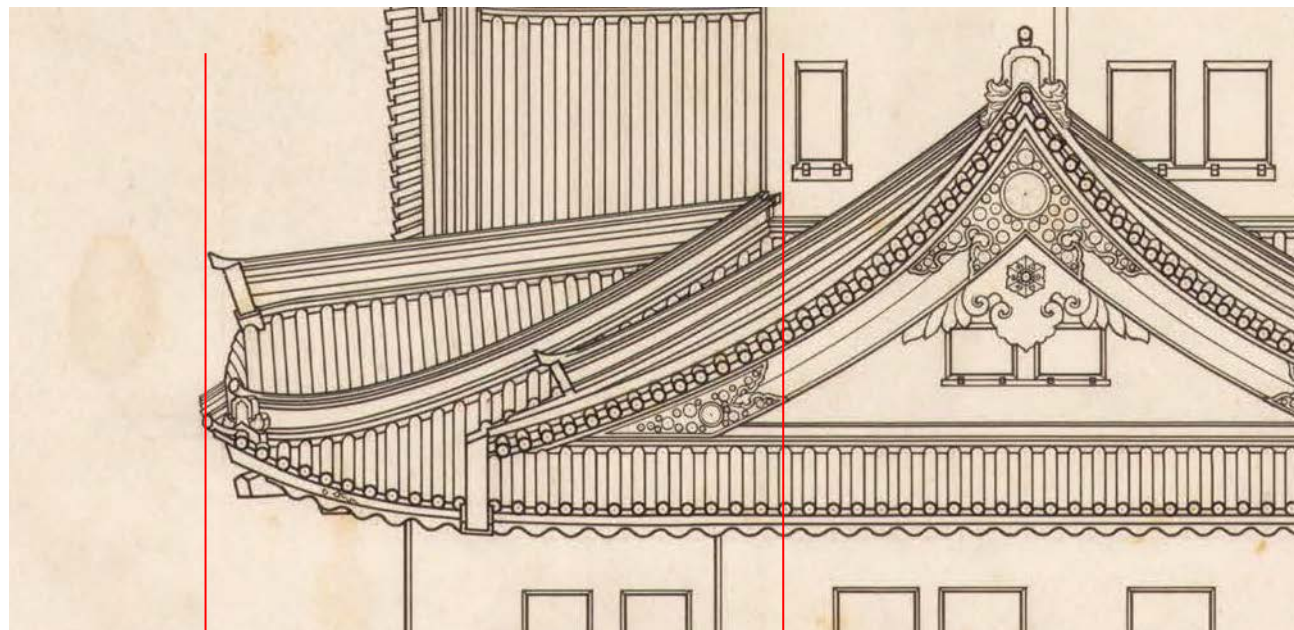
■分析のポイントと結果

①立面図との関係

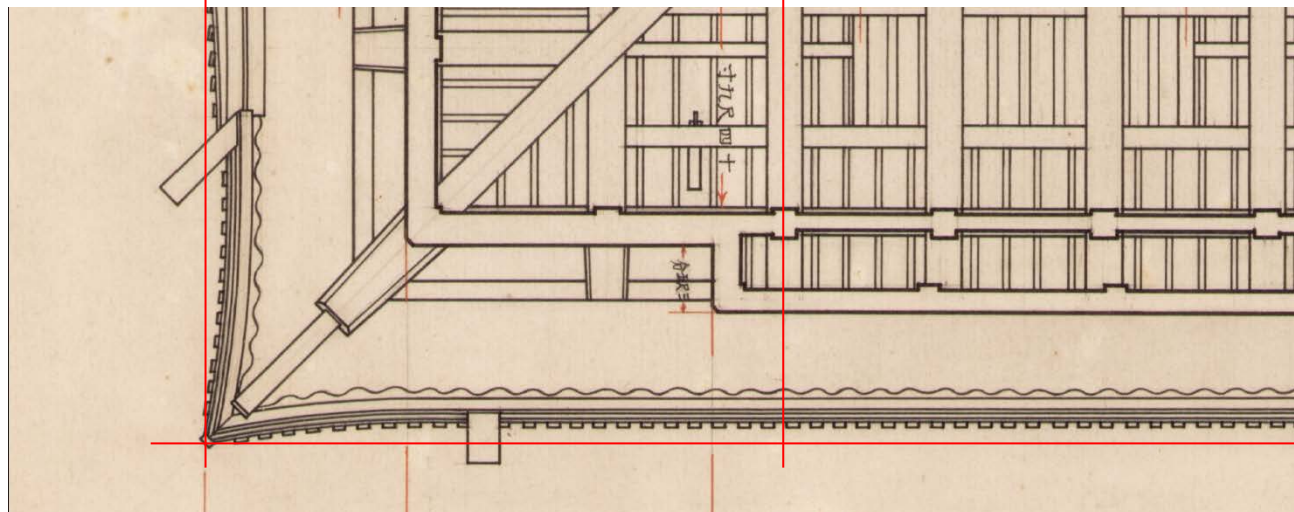
→ 全長・反り元ともほぼ一致し、立面図と平面系の図面に規矩的な関係をあてはめることができる。

②見上図と平面図の屋根の平面形状の重ね合わせ

→ 全長と屋根隅角部の形状もほぼ一致した。

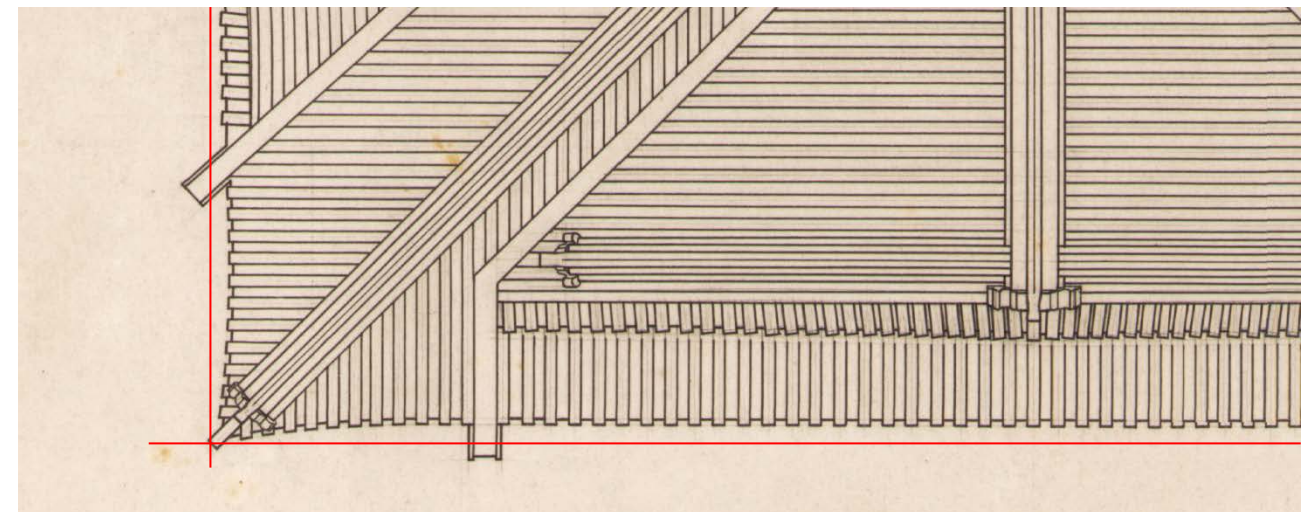


昭和実測図「名古屋城天守東側立面図」を加工



昭和実測図「名古屋城天守二層見上図」を加工

昭和実測図 見上図の分析



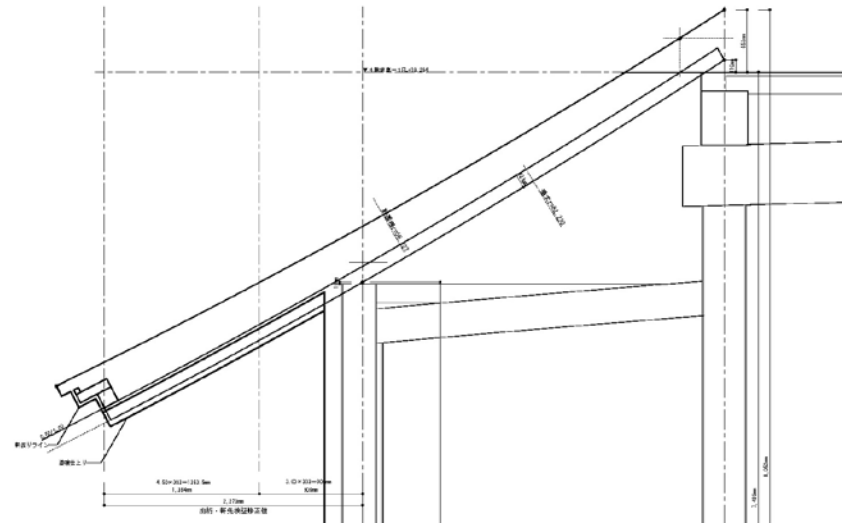
昭和実測図「名古屋城天守三層平面図」を加工

昭和実測図 平面図の分析

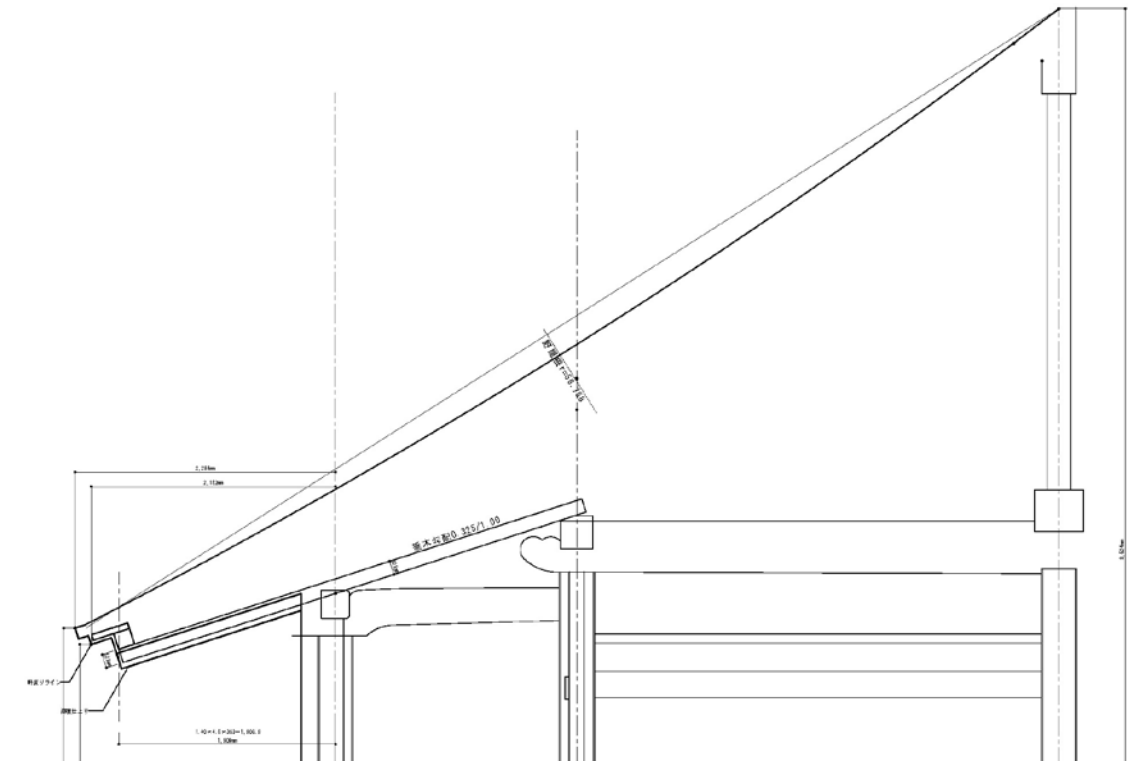
1-2 大屋根の基本断面

3) 各層の屋根基本断面図(案)の作成

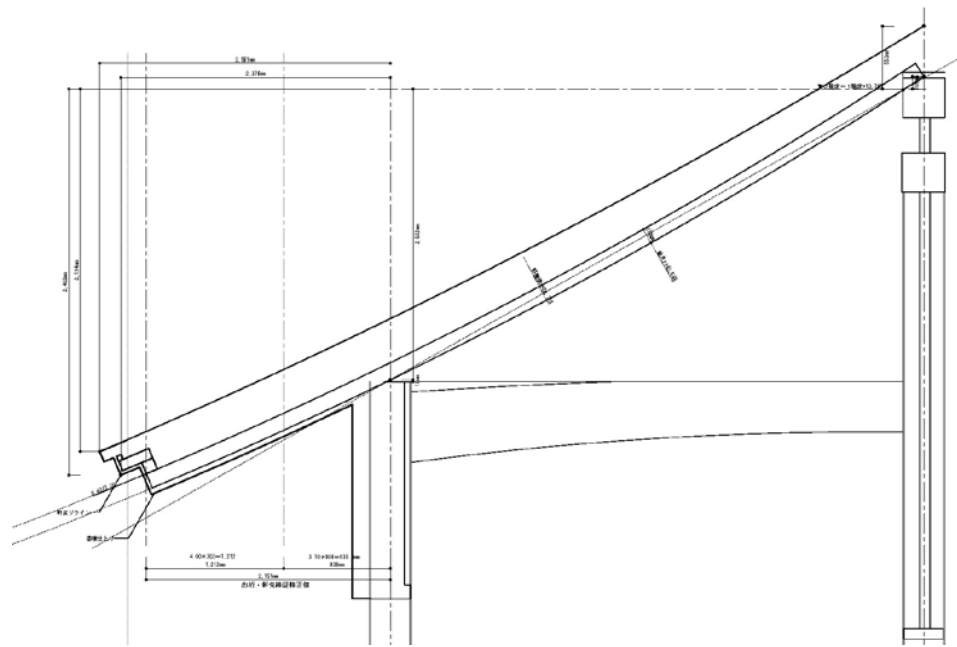
ここまでの分析を元に各層の屋根について基本断面図(案)を作成し、屋根形状検討の根拠とした。



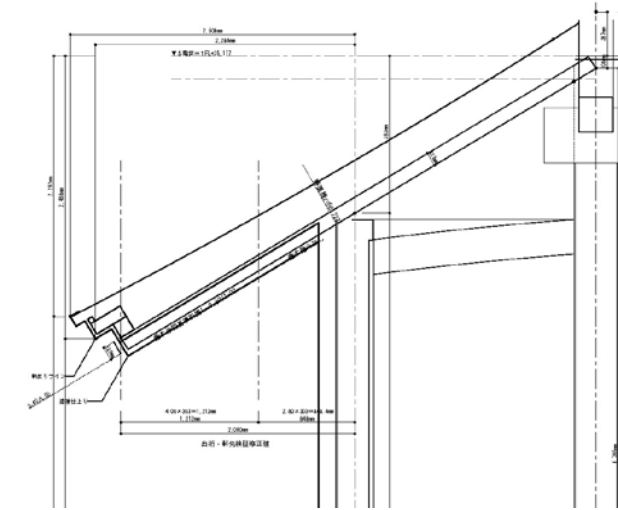
大天守 三層屋根基本断面図(案)



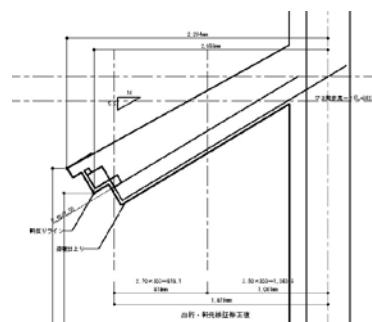
大天守 五層屋根基本断面図(案)



大天守 二層屋根基本断面図(案)



大天守 四層屋根基本断面図(案)



大天守 初層屋根基本断面図(案)

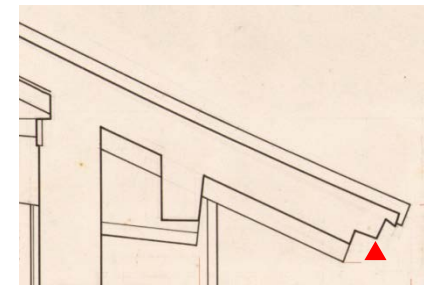
1-3 大屋根の軒反り

1) 昭和実測図（立面図）の分析

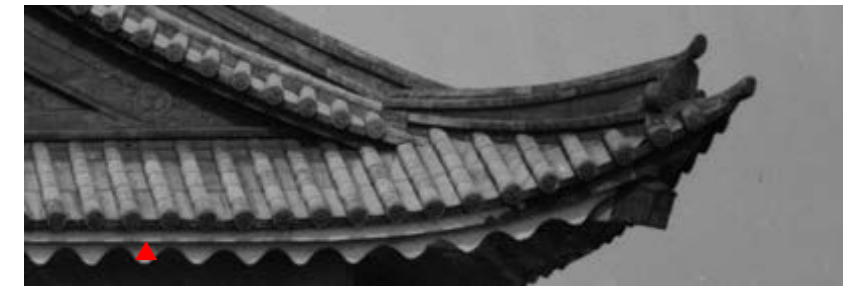
昭和実測図において大天守の屋根の立面形状は立面図に表現されている。そこで、大屋根の立面形状を設定する根拠として、以下のポイントを中心に実測図の分析を行った。

■分析のポイントと結果

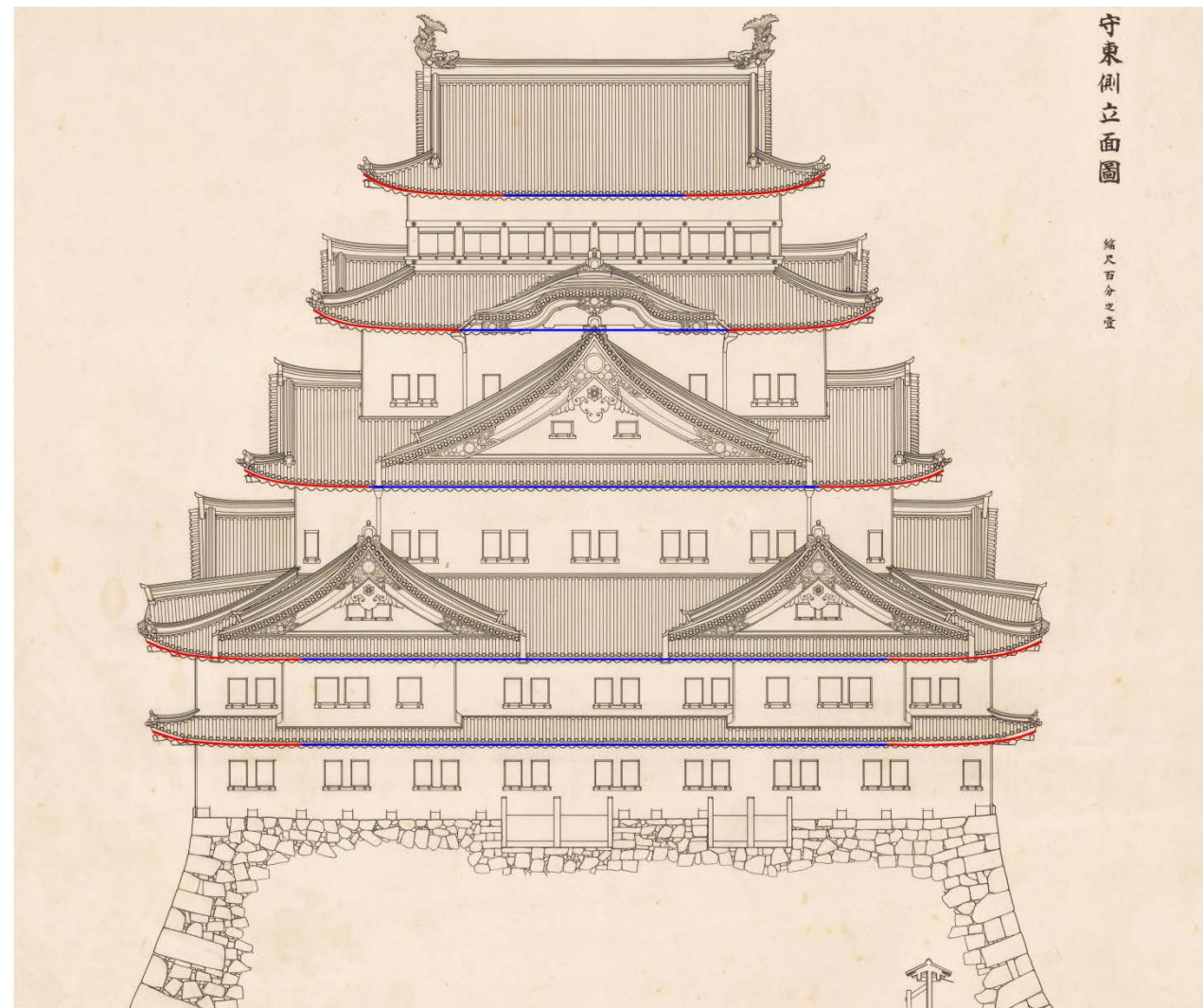
- ①屋根先端（裏甲前面下端に漆喰塗がされた部分：右図の▲印）の反りあがりの形状
 - 各層とも屋根隅角部で曲線で反りあがる。中央部は水平な直線となっている。
 - 五層の反りあがりの曲線と各層の曲線は、ほぼ同一であった。
- ②屋根先端の曲線部分と直線部分の切り替わりの位置（反り元）
 - 下図に示す。（赤線：反りあがりの曲線、青線：水平直線部）



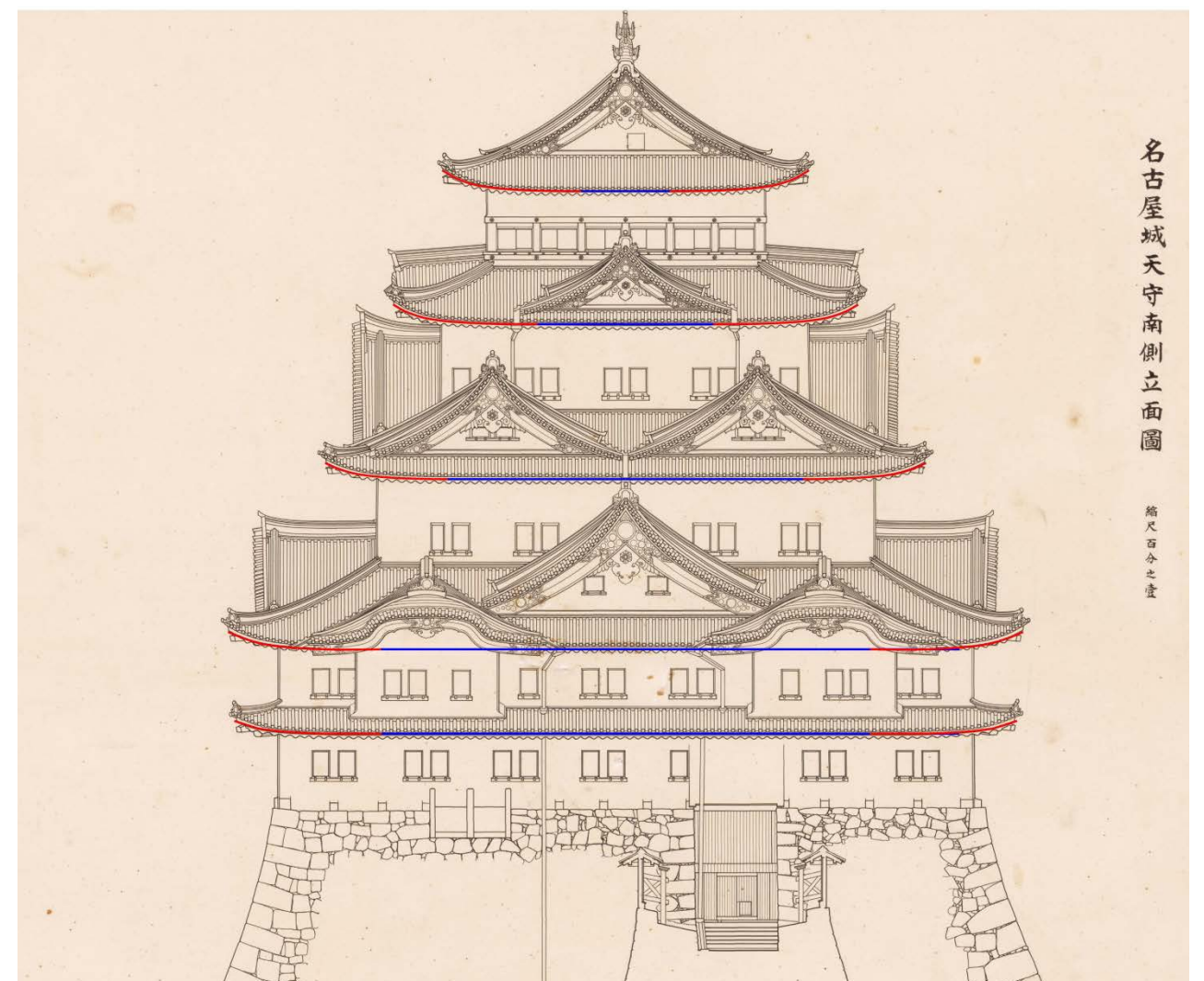
昭和実測図
「名古屋城天守二層及三層東側矩計詳細図」を加工
二層部分



南面 ガラス乾板写真「天守閣(焼失)南面」を加工
三層部分



昭和実測図「名古屋城天守東側立面図」を加工
青線：水平(直線部) 赤線：軒反り部



昭和実測図「名古屋城天守南側立面図」を加工
青線：水平(直線部) 赤線：軒反り部

1-3 大屋根の軒反り

2) ガラス乾板写真の分析

ガラス乾板写真において大屋根の形状は南面・東面に映されている。そこで、大屋根の立面形状を設定する根拠として、以下のポイントを中心に写真の分析を行った。

■分析のポイントと結果

① 屋根先端の反りあがりの形状

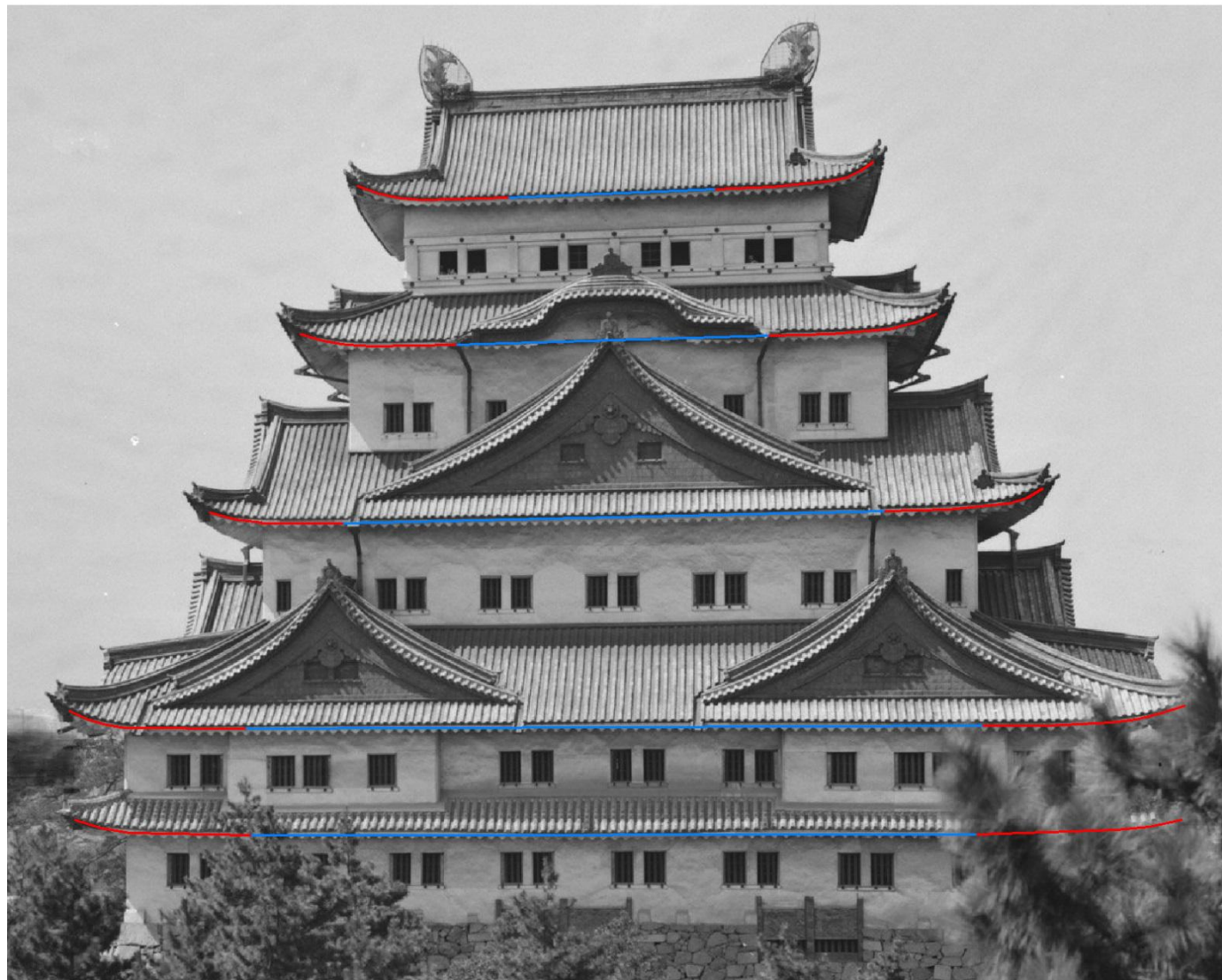
→ 各層とも屋根隅角部で曲線で反りあがる。中央部は水平な直線となっている。

(直線部には一部波打ち状に上がり下がりは見受けられる)

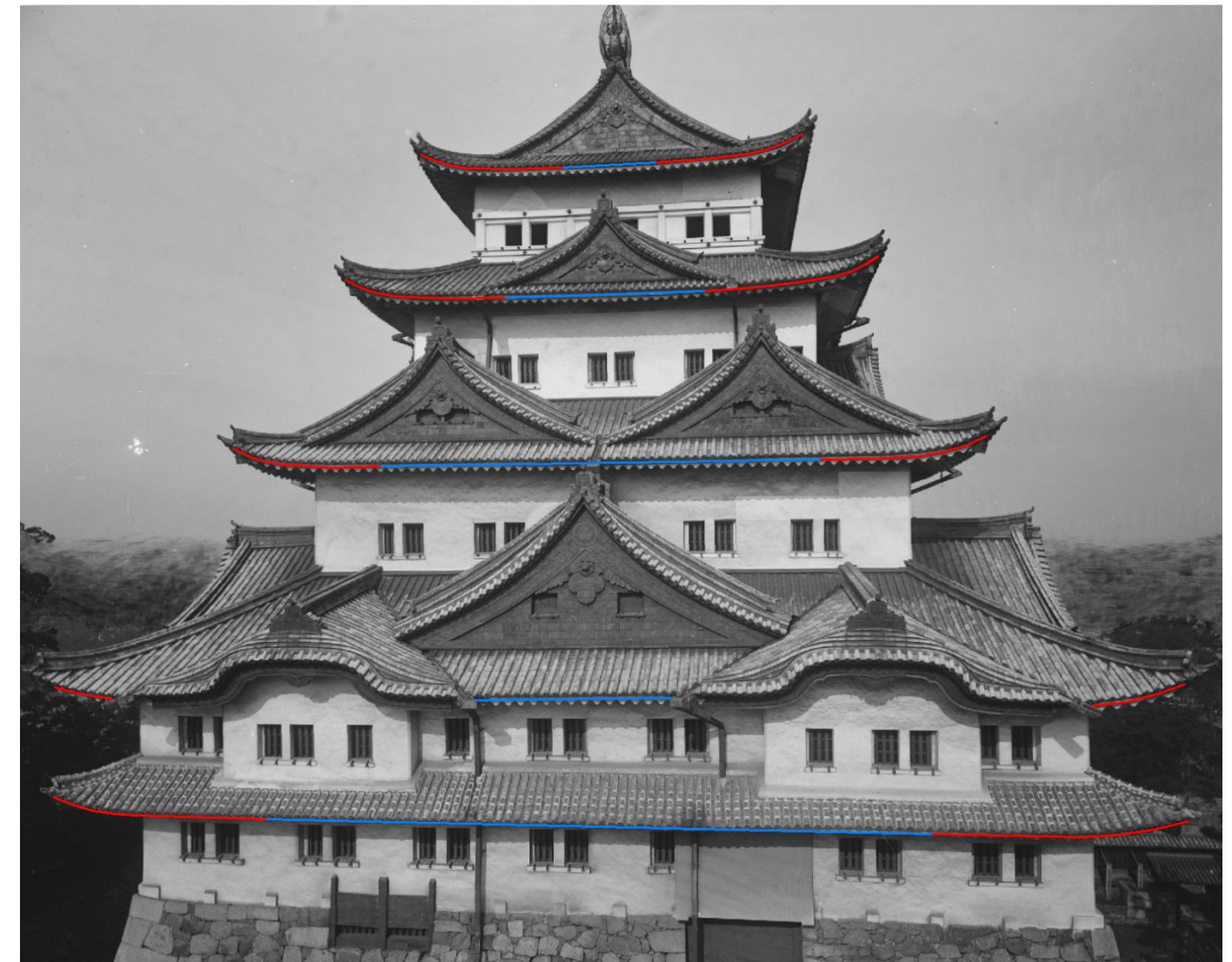
② 屋根先端(裏甲前面下端に漆喰塗がされた部分)の線における、各層の直線部分の範囲が立面図の

傾向と一致するかどうかを検証した。

→立面図と一致した。



東面 ガラス乾板写真「大小天守閣(焼失)東面」を加工
青線:水平(直線部) 赤線:軒反り部

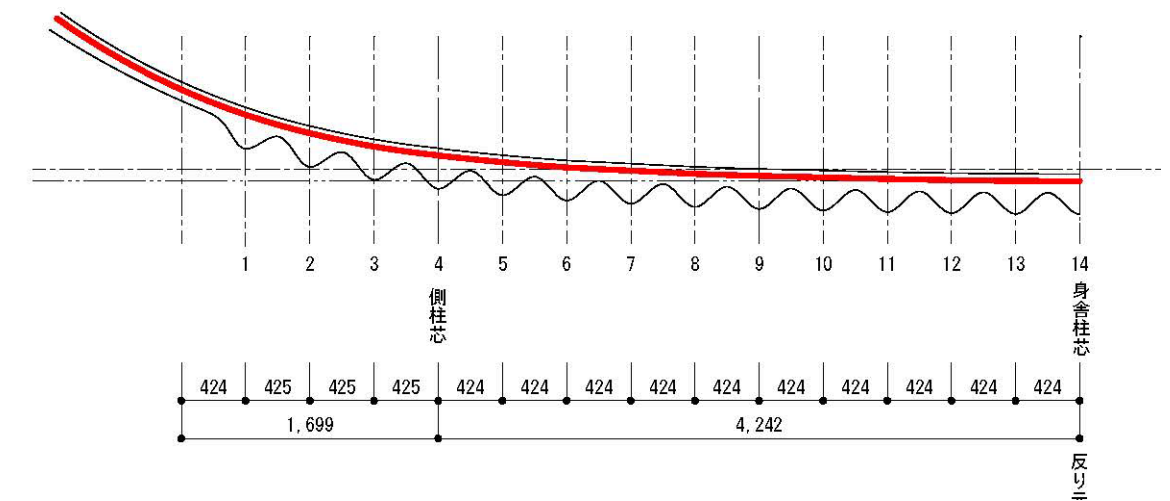


南面 ガラス乾板写真「天守閣(焼失)南面」を加工
青線:水平(直線部) 赤線:軒反り部

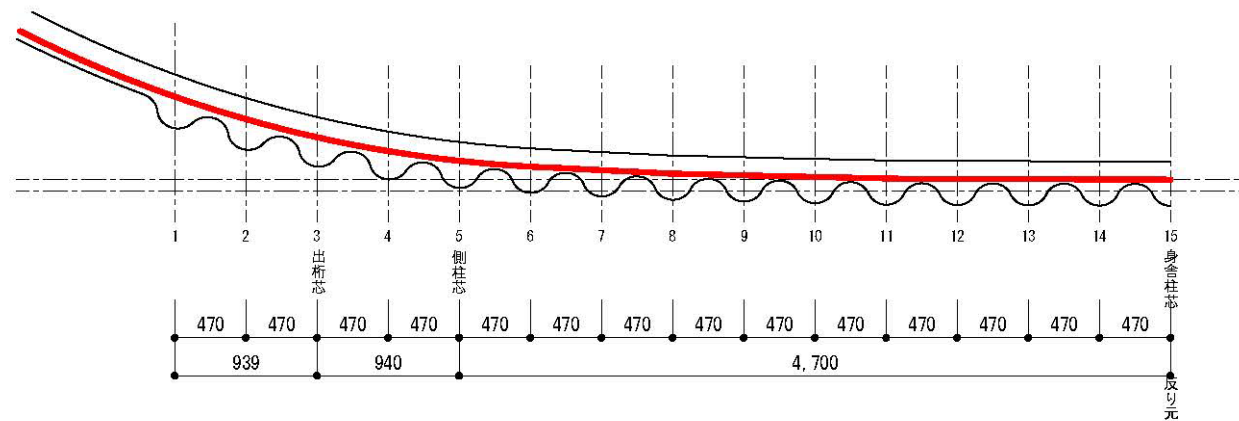
1-3 大屋根の軒反り

3) 各層の軒反り 昭和実測図立面図のトレース曲線

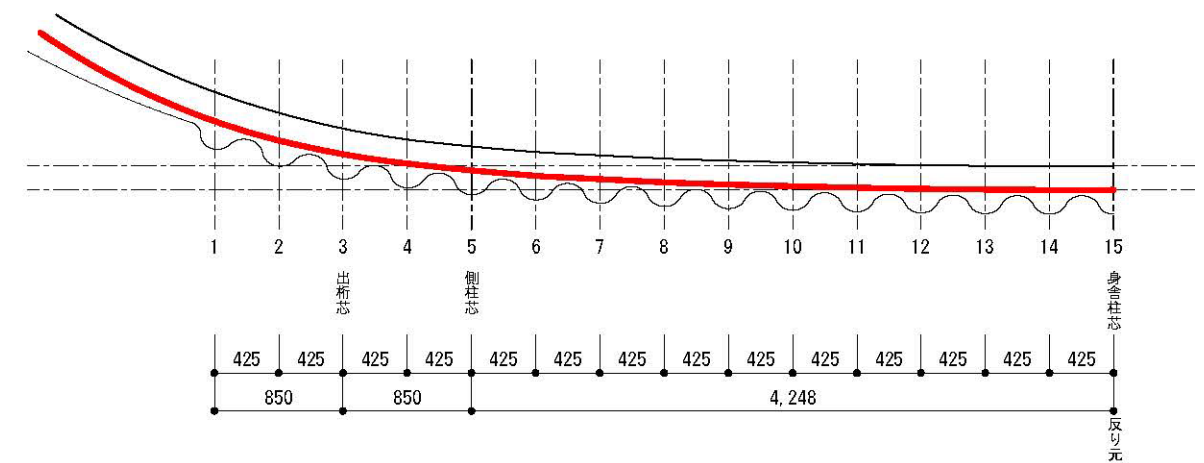
ここまでの分析を元に各層の屋根についてトレース曲線を作成し、屋根形状検討の根拠とした。



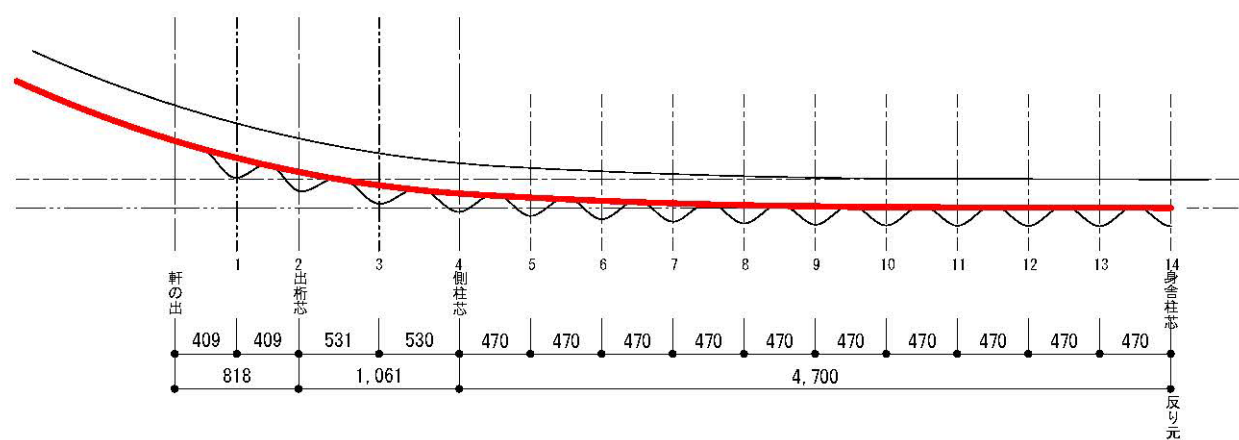
大天守 五層の屋根先端トレース曲線(赤線)



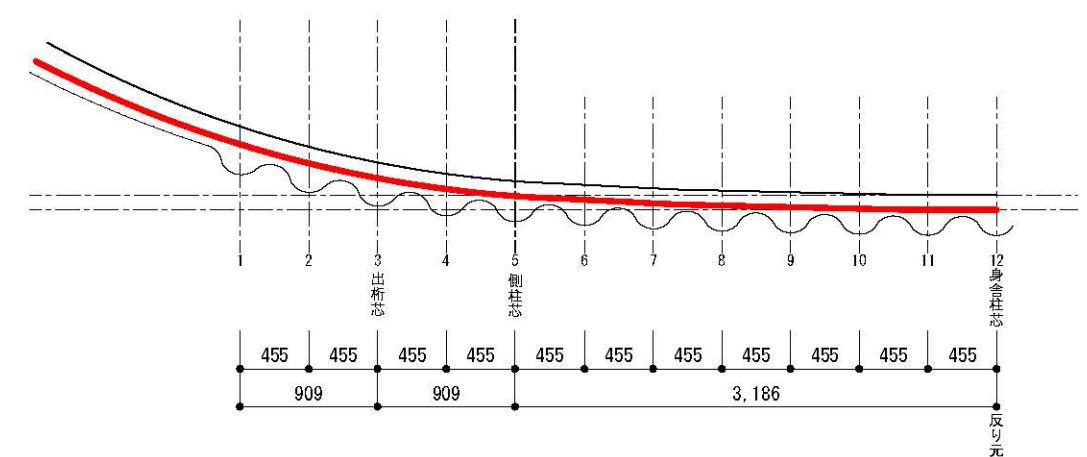
大天守 二層の屋根先端トレース曲線(赤線)



大天守 四層の屋根先端トレース曲線(赤線)



大天守 初層の屋根先端トレース曲線(赤線)

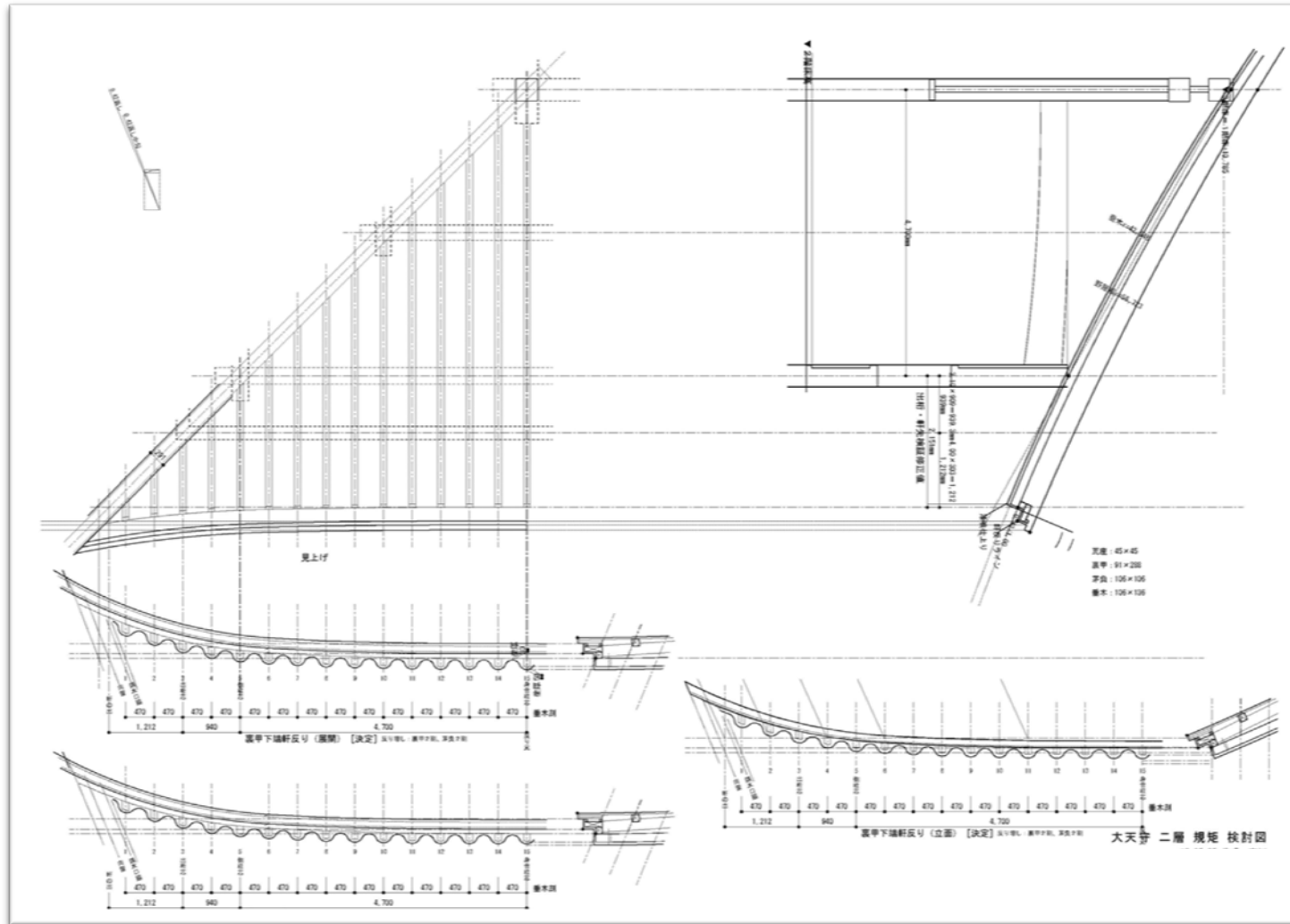


大天守 三層の屋根先端トレース曲線(赤線)

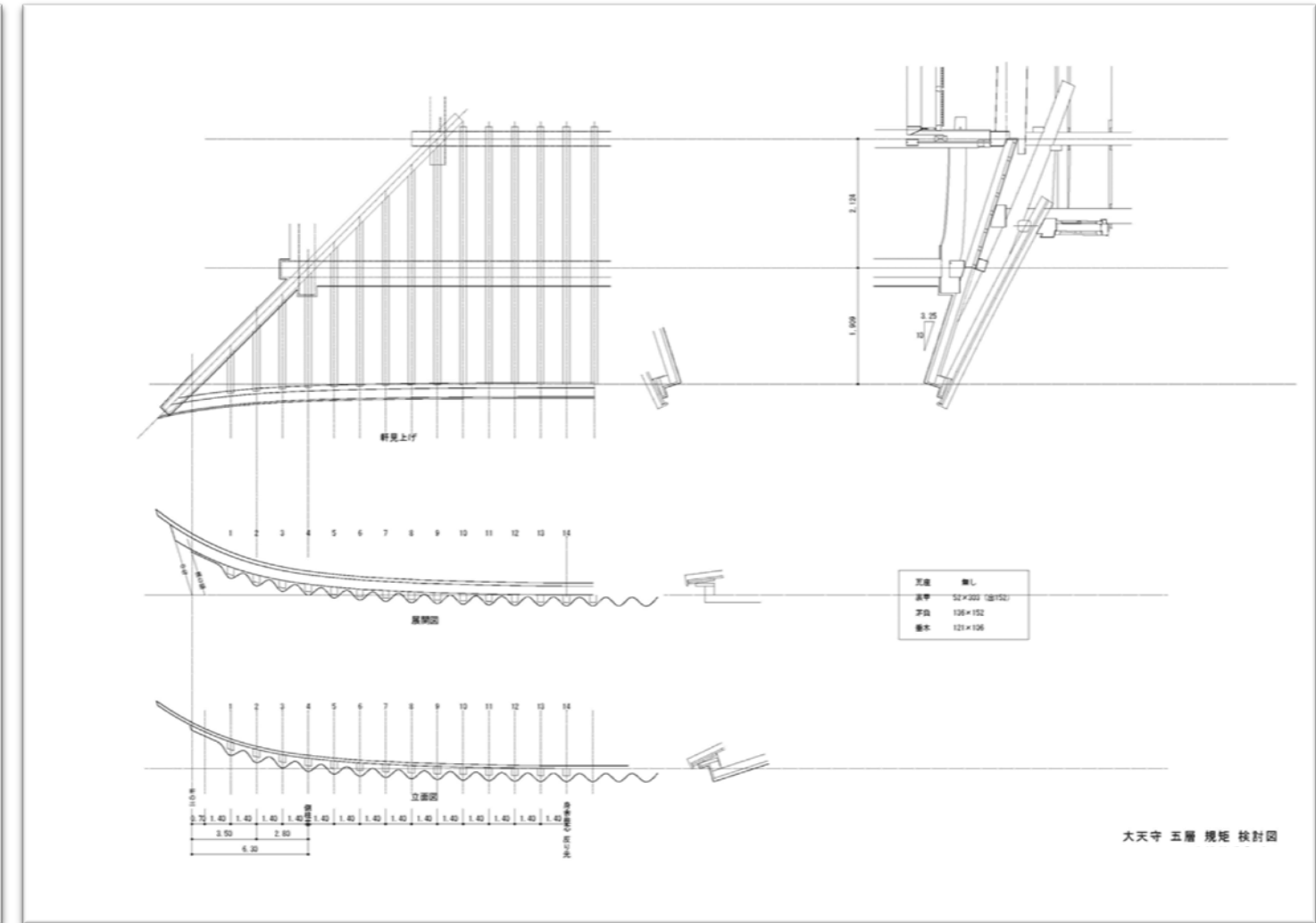
1-4 規矩図(案)の作成

各層の規矩図(検討案)の作成

ここまでの分析を元に各層の屋根について規矩図(検討案)を作成した。



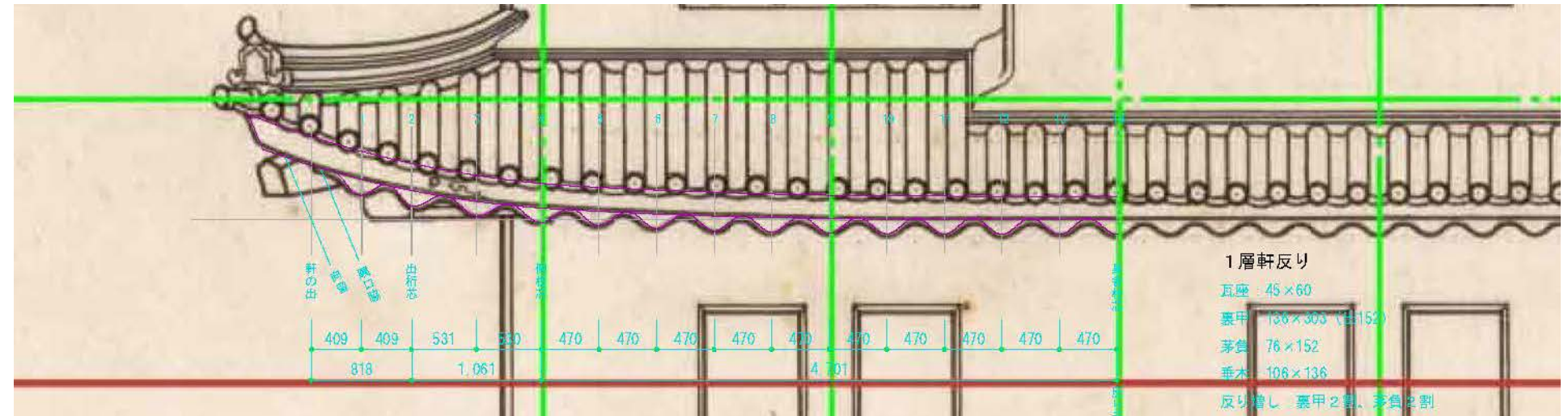
大天守 二層屋根 規矩図(検討案)



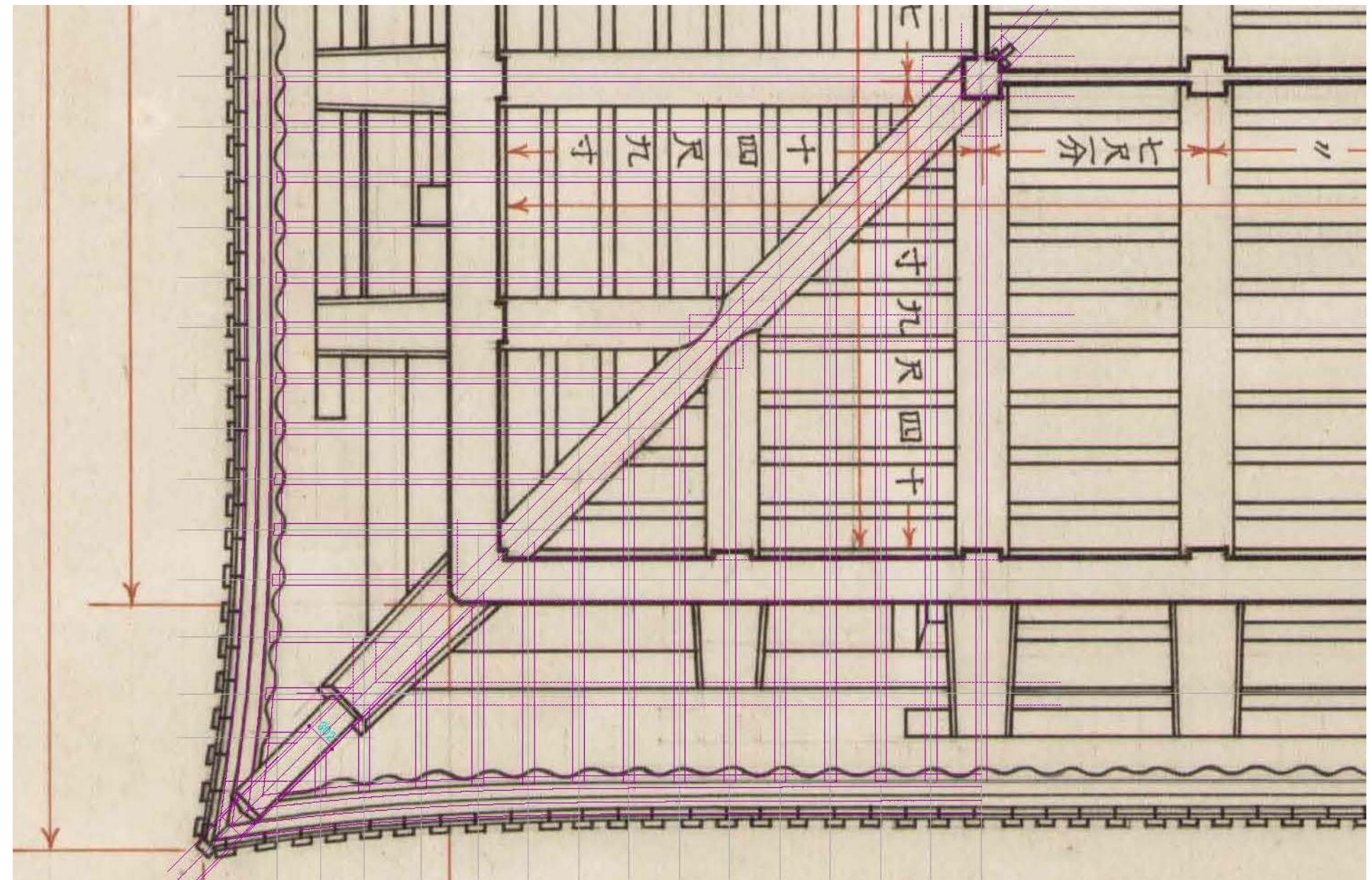
大天守 五層屋根 規矩図(検討案)

1-5 昭和実測図との重ね合わせ

昭和実測図（立面図）との重ね合わせ
作成した規矩図（検討図）を昭和実測図に重ね合わせ、
整合を確認する。



昭和実測図「名古屋城天守東側立面図」を加工
初層部分



昭和実測図「名古屋城天守初層見上図」を加工

2-1 屋根雨水流れ解析

(1) シミュレーション概要

検討目的： 大天守の屋根には軒樋がなく、降った雨は軒先から下階の屋根へ落ちていき地表へ排水される。しかし屋根と破風の谷では雨水が集中するため、雨水の層厚によっては適切な雨仕舞対策が必要となる。現在の城では谷の末端部に縦樋があるが、その機能や能力は不明である。このような城屋根の特殊性から通常の机上検討では設計が難しく、より合理的な検討方法が必要である。今回、パース用CADデータを使い雨水シミュレーションを実施し、最大降雨時に、屋根に降った雨が屋根を流れる性状を流体シミュレーションにより再現した。

下階ほど上階からの雨水が合計されるため、水量の集中範囲や深さなどを確認する。

計算対象： 西面1/2モデル(南半分)

降雨の設定：30mm/10min (5×10⁻²mm/s)

雨は上空から雨粒を降らすのではなく、屋根面に水を5×10⁻²kg/(m²s)で与える。

(水の密度1000kg/m³×5×10⁻²mm/s)

形状の簡略化：屋根の平瓦と丸瓦、樋のみに雨が流れると仮定。

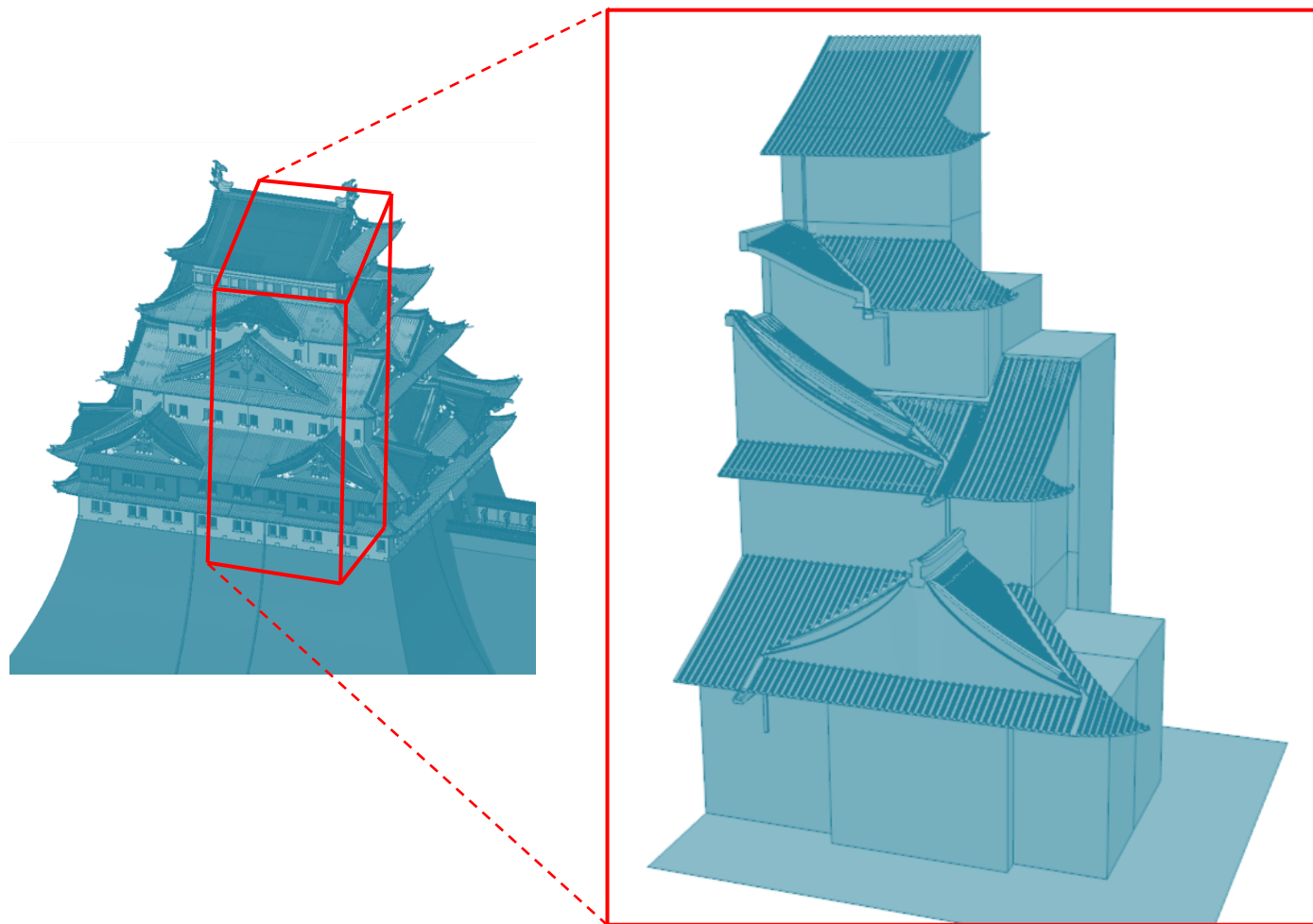


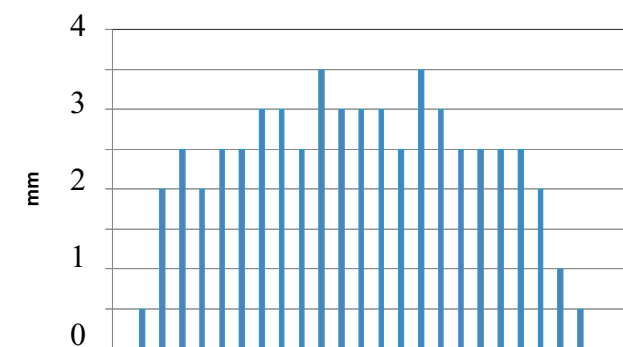
図 大天守 計算対象範囲

表 名古屋気象官署 過去最大 降水量

名古屋(愛知県)											
要素名/順位	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位	統計期間
日最低海面気圧 (hPa)	958.2 (1959/9/26)	969.7 (1953/9/25)	969.8 (2009/10/8)	970.2 (1965/9/17)	971.4 (1961/9/16)	971.5 (1912/9/23)	971.7 (1979/10/19)	972.5 (1990/9/20)	973.0 (2017/10/23)	974.2 (2017/10/22)	1890/7 2018/5
日降水量 (mm)	428.0 (2000/9/11)	240.1 (1896/9/9)	217.5 (1991/9/19)	213.2 (1896/9/8)	202.0 (1971/8/30)	187.7 (1940/6/17)	176.6 (1925/9/11)	176.2 (1952/7/11)	175.4 (1952/6/23)	175.0 (1917/9/30)	1890/7 2018/5
日最大10分間降水量 (mm)	300 (2013/7/25)	29.0 (1988/9/20)	26.0 (2000/9/11)	23.0 (1941/8/24)	22.5 (2007/8/23)	21.0 (1980/8/27)	20.5 (2013/9/4)	20.5 (2008/7/26)	20.5 (1971/9/26)	20.5 (1967/7/9)	1937/1 2018/5
日最大1時間降水量 (mm)	97.0 (2000/9/11)	92.0 (1919/7/18)	84.0 (2008/8/29)	82.0 (1971/9/26)	76.0 (1945/9/11)	75.0 (1987/9/25)	74.1 (1908/9/1)	72.5 (1983/9/28)	67.0 (2008/10/8)	66.1 (1932/7/8)	1890/7 2018/5
月最大24時間降水量 (mm)	534.5 (2000/9/11)	315.9 (1896/9/9)	277.5 (1971/8/30)	231.5 (1991/9/19)	229.0 (1990/9/17)	223.5 (2011/9/20)	210.8 (1925/8/15)	208.0 (2017/10/22)	200.5 (2001/8/21)	193.0 (2008/8/29)	1891/1 2018/5

名古屋 2013年7月25日 (1時間ごとの値)

時	気圧(hPa)		降水量 (mm)	気温 (°C)	露点 温度 (°C)	蒸気圧 (hPa)	湿度 (%)	風向・風速(m/s)		日照 時間 (h)	全天 日射量 (MJ/m ²)	雪(cm)		天気	曇量	視程 (km)
	現地	海面						風速	風向			降雪	積雪			
1	997.6	1004.0	--	24.8	22.9	27.9	89	1.4	東			×	×			
2	997.4	1003.8	--	24.9	22.8	27.7	88	0.7	北北東			×	×			
3	997.2	1003.6	--	24.9	22.6	27.4	87	0.7	南東			×	×	☉	10-	100
4	997.1	1003.5	2.0	24.2	22.6	27.5	91	2.1	東			×	×			
5	997.4	1003.8	0.0	24.1	22.7	27.6	92	0.8	南南東	0.0	0.00	×	×			
6	997.7	1004.1	--	24.8	23.6	29.1	93	0.4	東南東	0.0	0.09	×	×	☉	10-	8.00
7	997.9	1004.3	--	25.4	22.9	27.9	86	0.7	東北東	0.0	0.44	×	×			
8	997.9	1004.3	--	25.9	23.4	28.7	86	0.5	東南東	0.0	0.56	×	×			
9	997.7	1004.0	--	27.2	23.9	29.6	82	0.9	南	0.0	0.88	×	×	☉	10-	8.00
10	997.7	1004.0	--	28.9	23.3	28.7	72	1.7	南	0.2	1.63	×	×			
11	997.5	1003.8	--	30.4	23.8	29.5	68	2.8	南南東	0.6	2.45	×	×			
12	997.1	1003.4	--	30.7	23.6	29.2	66	1.6	南	0.1	1.63	×	×	☉	10-	8.00
13	996.4	1002.6	--	31.3	23.7	29.3	64	0.6	東北東	0.5	2.37	×	×			
14	996.0	1002.2	--	30.7	22.9	27.8	63	1.2	東	0.1	0.89	×	×	☉	10-	9.00
15	996.2	1002.5	0.0	28.5	24.1	30.0	77	2.7	北東	0.0	0.35	×	×			
16	996.3	1002.6	0.0	29.7	23.9	29.6	71	1.7	東	0.3	1.02	×	×			
17	996.0	1002.3	--	29.8	23.5	29.0	69	2.0	東南東	0.3	0.75	×	×			
18	996.2	1002.5	--	28.2	22.9	27.9	73	2.7	南東	0.0	0.24	×	×	①	7	100
19	996.6	1002.9	--	28.0	23.2	28.4	75	2.3	南東	0.0	0.05	×	×			
20	997.3	1003.7	57.0	23.4	22.0	26.5	92	5.1	南南東		0.01	×	×			
21	997.8	1004.2	0.5	24.2	22.1	26.6	88	2.8	南東			×	×	●	10	100
22	997.8	1004.2	0.0	25.2	23.1	28.2	88	2.4	東			×	×			
23	997.8	1004.2	--	25.3	23.9	29.7	92	1.6	東北東			×	×			
24	997.5	1003.9	--	25.5	23.9	29.7	91	1.4	北東			×	×			



7月25 19:20~19:46 1分間降水量

参考 歴代1位 日最大10分間降水量
新潟県 室谷 2011/7/26
50mm/10分 8.5mm/分

(2) 計算結果-1

降雨20秒後：雨だれ、雨水層厚分布（色コンター）を示す。

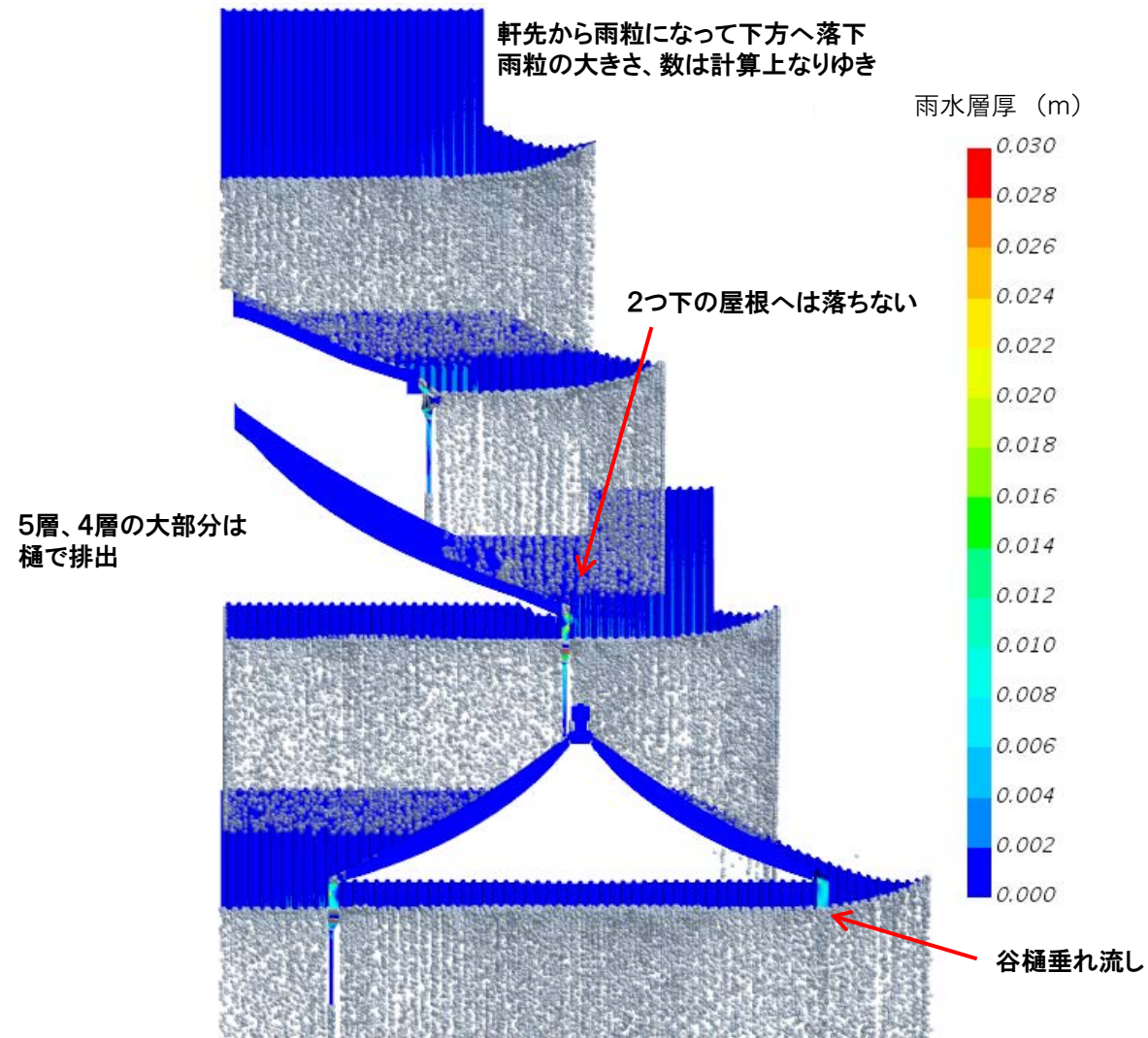


図 降雨20秒後 雨だれ、雨水層厚(コンター)

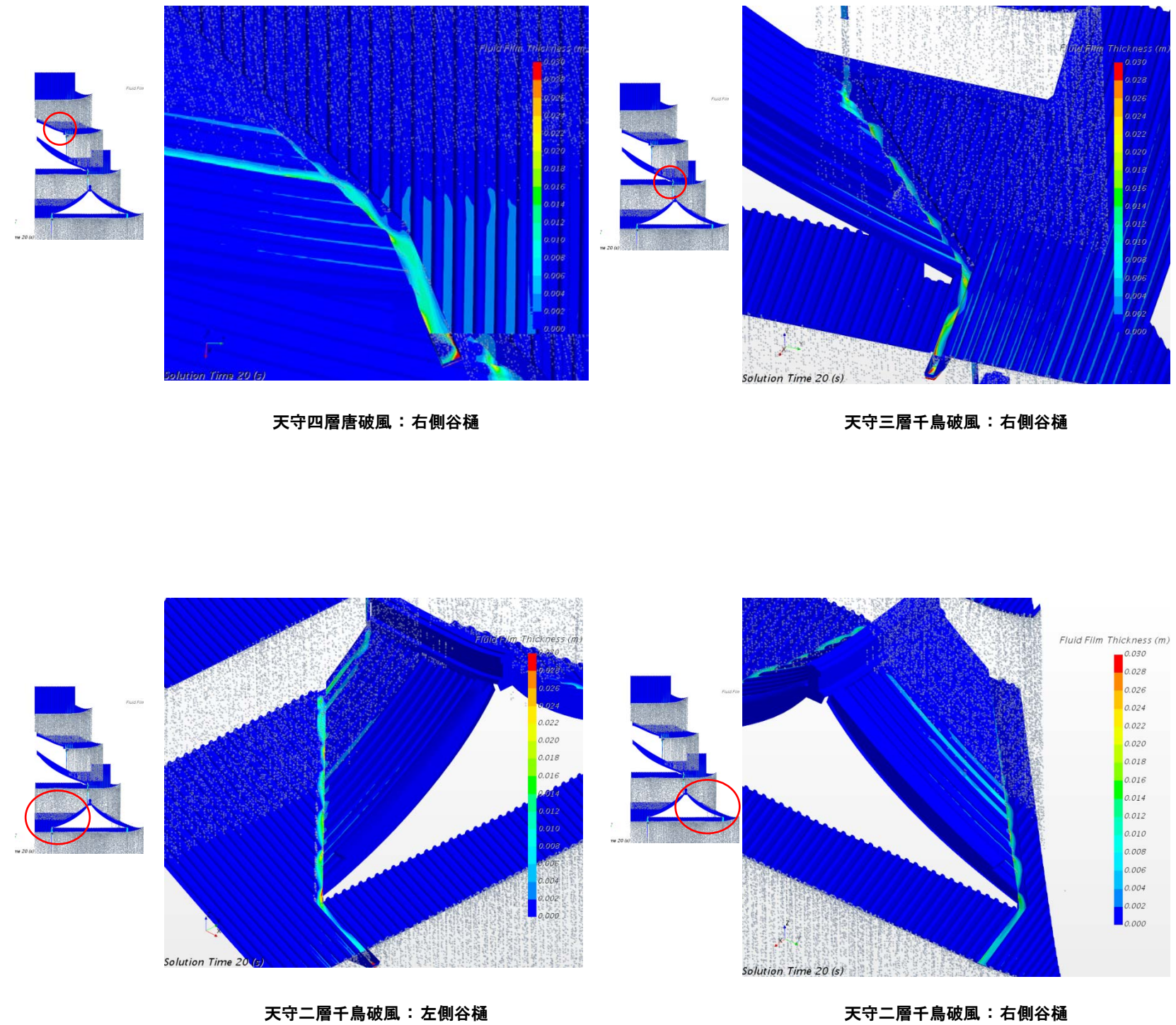


図 各部拡大図：降雨20秒後 雨水層厚(コンター)

(3) 計算結果-2

降雨10、20、30秒後：雨水層厚分布（色コンター）を示す。

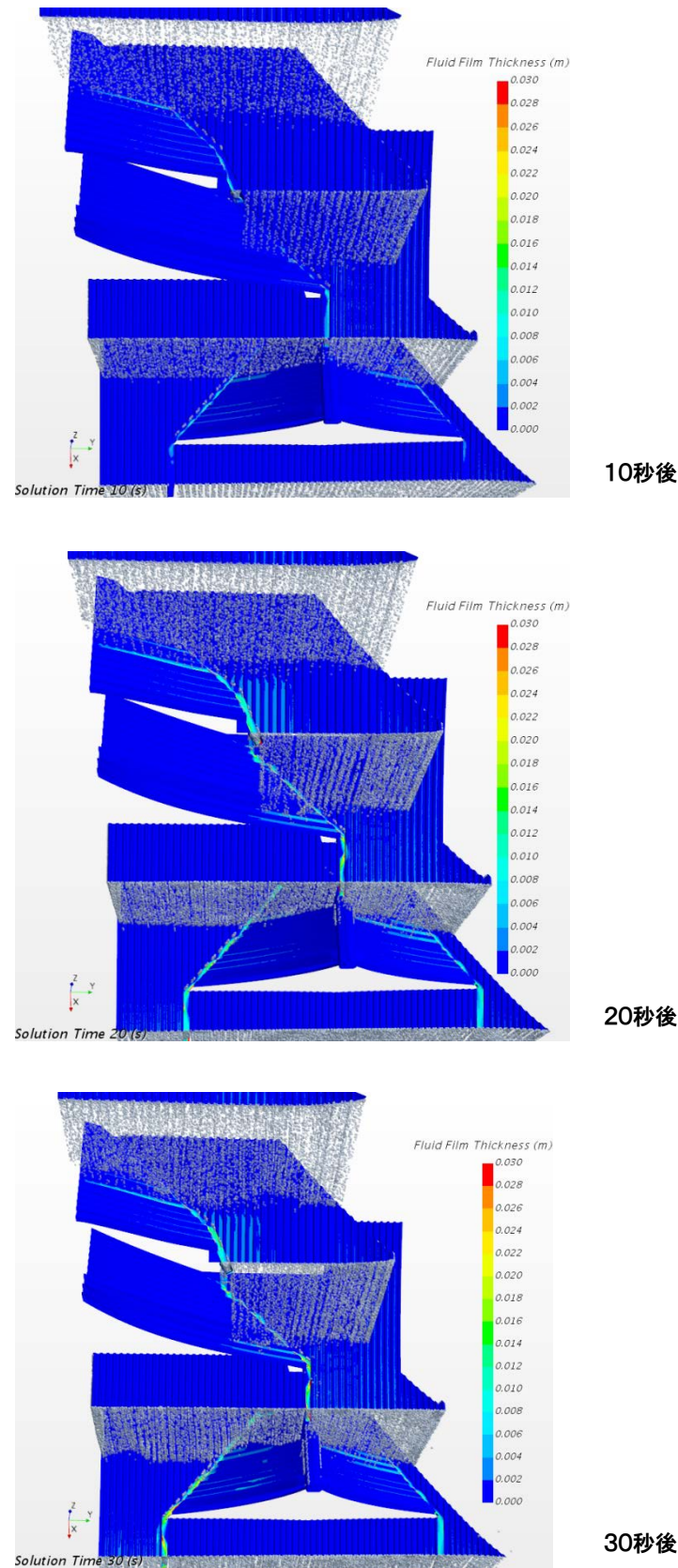


図 降雨10、20、30秒後、雨水層厚比較
(検証範囲の屋根見下ろし)

(4) 計算結果-3

雨水速度（色コンター）を示す。

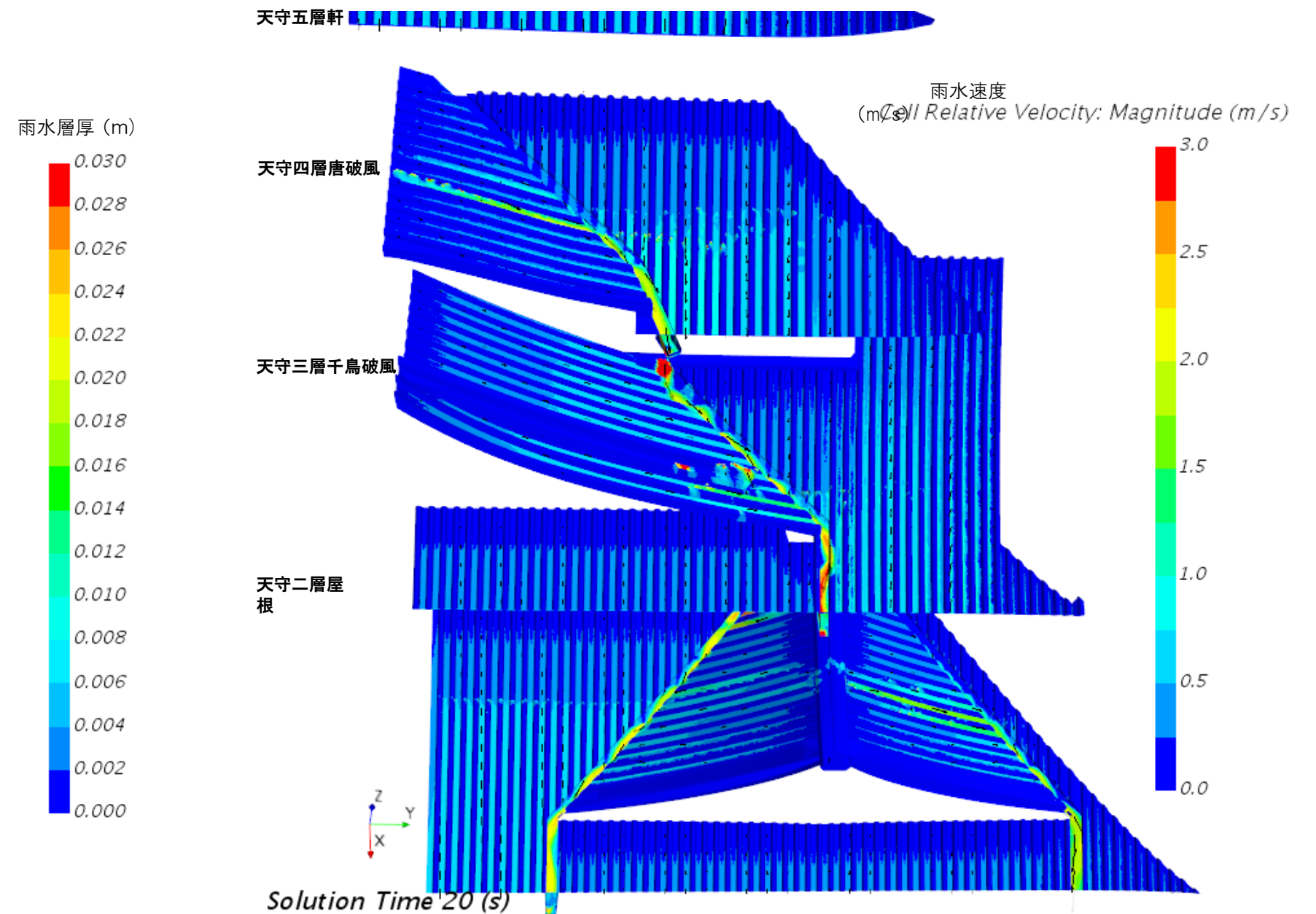


図 雨水速度
(検証範囲の屋根見下ろし)