

首里城炎上！② 大火災は無炎燃焼が鍵を握る！

－公開された監視カメラ映像の火災状況より－

技術士（衛生工学・建設・環境）・甲種危険物取扱者等
環境計画センター 専任理事 **鍵谷 司**

はじめに

首里城は戦災で焼失してから30年を要して復興された元琉球王国の文化を伝える貴重な財産である。平成31年1月に完全復旧し、2月から国から沖縄県に貸し出された。県は、従来から運営管理を行っていた県財団に委託したが、わずか9ヵ月後の10月31日に火災で焼失した。沖縄県のみならず全国に大きな衝撃を及ぼした。当誌159号（令和2年3月号）では、首里城の概要、火災の経緯、防災設備や消火設備及び発火原因などについて主に那覇市消防局の発表をもとにしてマスコミの取材情報をネットで調べて整理した。

当初、発火元は、正殿北東部の分電盤室であり、発火源はそのコンセントから引いた延長コードのショートではないかと疑われていた。火災前日の夜間に「首里城祭」の準備が正殿前の火気厳禁の「御庭」（ウナー）で行われており、夜間照明の準備をしていたので、電源などが重要なポイントであった。令和2年3月に那覇市消防局や沖縄県警により実況見分に基づく火災経緯や焼損実態などの概要など調査結果が公表された。火災原因については、正殿1階の北東に位置する分電盤室から引き込んだ延長コードのショート痕跡が複数発見されたが、この熔融痕が火災前のものか、火災によるものか判断できないとし、現時点では原因は不明であると結論して調査は終了した。火災原因が究明されないまま、すでに再発防止検討や復興工程検討へと移行している。

首里城火災は、警備員による初期消火の失敗が大火災を引き起こした大きな要因ではあるが、防犯設備、消火設備、消火活動や維持管理などに多

くの不適切な要因が重なって引き起こされている。現地調査を実施した那覇市消防局や沖縄県警等による公表内容はほとんど断片的な内容であり、詳細についてはほとんど公表されていない。このような状況の中で情報公開条例に基づいて監視カメラの映像が公開されたので、火災の経緯を詳細に解析し、これまで謎であった首里城が短時間で大火災に至ったメカニズムについて解明を試みたので紹介する。

1. 首里城火災時の監視カメラの映像について

2020年2月26日に内閣府沖縄総合事務局国営沖縄記念公園事務所（首里城公園）は、首里城火災直後の監視カメラ4台の撮影動画が公開された。以下に監視カメラ4台による発光・発火から大火災に至るまでの映像及びテロップを抜粋し、各カメラの動画の重要部分を静止画像として切り取って張り付け、火災の経緯を明確にした。

当誌面は白黒であるが、映像はカラーなので、炎燃焼が始まる瞬間を読み取ることができる。なお、テロップにも警備員と監視員、監視カメラと防犯カメラの違い（ここでは監視カメラと表記する）、あるいは、まだ炎が確認されていないにも関わらず「火災」と表示されるなど、統一されていない。また、修正されてはいるが、監視カメラ4台の時刻に2分以上の違いがあることも気になる。

1. 1 監視カメラの配置と個別カメラについて

（1）監視カメラの全体配置について

公開された監視カメラの撮影映像は、2019年10月31日午前2時30分から4時31分までの約2時

間分の映像が約10分間にまとめられている。監視カメラは、①御庭から正殿正面、②正殿北口側、③後之御庭から正殿裏、④正殿1階内部から状況を捉えている。なお、ここでは説明の流れに沿って番号を入れ替えた（図2）。

映像画像で表示されたテロップを時系列で抜き出して4台のカメラごとにまとめて最終ページに一覧表で示した。4台の監視カメラの全体位置図は図1に示したように、正殿を囲むように配置されている。なお、いずれの映像についても明るい昼間の映像がないので、詳細な位置や映っている部分など不明であり、既存の写真（写真1、写真2）を参考にした。また、テロップのみで解説がないので詳細は不明のため、正確でないことに留意して下さい。

表1には、監視カメラの映像公開にあたり、各

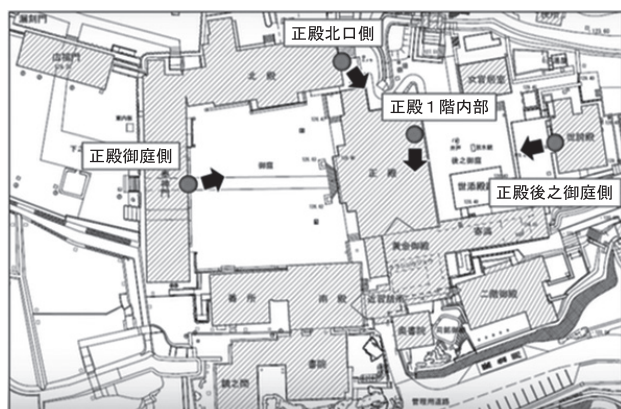


図1 4台の監視カメラの配置図

表1 監視カメラの映像について

首里城火災 その時何が——監視カメラ映像を公開

本映像は、令和元年10月31日に首里城において発生した火災について、圏内に設置されている監視カメラ（国営公園内に計68台設置）のうち、正殿で発生した火災の様子を外部から撮影した3台（正殿御庭側、正殿後之御庭側、正殿北口側）及び正殿内の監視カメラ（計7台設置）のうち、1階北側配電盤近傍の1台（正殿1階内部）の、計4台の監視カメラで撮影された映像をまとめたものです。

なお、映像（画面右上）に表示されている日時については、各監視カメラで記録されている時刻の差異を補正したものを表示しています。

カメラの位置及び撮影された時刻のずれを修正して表示されている旨、断り書きがされていた。

ここでは、画像番号を図2のように割り付けた。画像から読み取った特徴は次の通りであった。

①御庭から正殿正面；奉神殿から御庭の先の正殿のやや北側が撮影されている。夜間照明が行われているので、夜間でも鮮明に撮影できている。映像では「ウナー」と表示。写真1で示した正



写真1 ①「正殿御庭側」北側方向



写真2 ③「後之御庭」から正殿裏側北東部

(撮影日時)			
④正殿1階内部 ◇映像上は「セイデン1F」と表示	③正殿後之御庭側 ◇映像上は「ヨコホリデンノキタ」と表示	②正殿北口側 ◇映像上は「ホウデン（ノキタ）／セイデンデグチ」と表示	①正殿御庭側 ◇映像上は「ウナー」と表示
(テロップ)			

図2 4分割で表示されたカメラ映像

殿左側（北側）に相当する。

- ②正殿北口側；北殿から正殿北側の出口を外部から撮影。映像では「ホクデン（ノキシタ）／セイデンデグチ」と表示。夜間照明がないので真っ暗であるが、警備員がシャッターを開けた時や懐中電灯の明かりで映像が映る。昼間の内部画像がないので考察が難しい（写真なし）。
- ③後之御庭から正殿裏；世誇殿軒下から後之御庭から正殿裏を撮影（写真2）。映像では「ヨホコリデンノキシタ」と表示。夜間照明がないので真っ暗で、正殿裏側の壁、窓、出入口等の詳細がわからないので考察は難しい。既存の裏側からの写真2を参考にした。
- ④正殿1階内部；正殿1階の奥の上り階段「踊り場？」（図3）から1階奥を撮影？映像では「セイデン1F」と表示。夜間照明がないので真っ暗であり、早々に画面が消失（写真なし）。

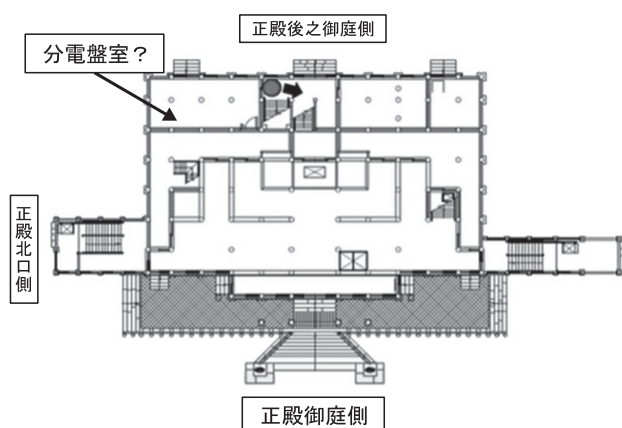


図3 正殿1階の奥の階段踊り場から南西方向

1. 2 防犯カメラの映像に基づく火災までの経緯

（1）各監視カメラの画像とテロップ

10月31日午前2時30分に④正殿1階内部の画像では、暗い中で何かが一瞬光る様子を捉えている（ここでは白黒で見えない）。また、警備員が火元を探し回る様子、消火器を噴射する状況、消防隊員の消火活動や大火災までの様子が収録されている。時間経過とともに火災が急激に拡大し、小さな発光から約1時間半後に画像は順次途絶えた。

以下に各カメラの映像の時刻とテロップを時系

列で抜粋し、最終ページに一覧表で示した。監視カメラの位置を図2の番号（①～④）で示す。また、〈 〉内はこれまで那覇市消防局等より発表された内容であり、※印は筆者が画像から読み取り、考察した内容である。

【正殿内における発光現象】

〈10月30日 21：35…財団職員が正殿を退室し、シャッターを閉めた。〉

- 10月31日 2：30…【④】正殿の東側出口付近の室内で、何かが一瞬小さく発光するものを捉える。〔画像1〕

※④正殿退室後、ほぼ5時間後に異常発生。この白黒映像ではほとんど確認できないような微小発光が映った。光った場所には立ち入りを規制する金属製ポールが立っていたという。このことは反対側の分電盤室内から漏れた光がポールに反射したと考えられる。

※④の発光は継続していないので、電気室でのショートの可能性が高い。なお、分電盤室と階段との仕切り等やカメラに映った内部構造がわからないので詳細は不明。

※①ウナーから正殿は夜間照明によりはっきりと映っている。この時点で煙は確認できない。

※②正殿北側及び③正殿裏側は建物の反対側であり、真っ暗で映像はない。

〔画像1〕2：30 正殿1階階段付近で微小発光



- ①夜間照明で鮮明な映像
- ②暗くて映像なし。その後、警備員が駆けつけシャッターを開け、北口から内部を確認
- ③真っ暗、映像なし
- ④1階階段付近で微小発光あり（左上画像）

〈2:34…奉神殿内に警報が発令、警備員がモニターで確認し、SECOMに連絡。〉

※SECOMには「侵入者」と連絡しており、火災は念頭になかったのではないかな？

〈2:35…警備員一人で正殿北側のシャッターを開けて内部を確認、煙が充満。〉

【人感センサー発報から火災の確認】

- 2:37…【④】映像が落ちる。【①】警備警報を受けて警備員が奉神殿から正殿北口方向へ向かう。【②】警備員が正殿北側のシャッターを開放、正殿内へ入る。

※まだ火災が発生していないので、カメラ④の電源がショートで落ちたと考えられる。

- 2:39…【②・①】警備員が正殿北口から退出、奉神殿へ戻る。〔画像2〕

※北側出口が閉じられ、②の映像が消え、①ウナを懐中電灯を照らして戻る警備員が映る。

〔画像2〕 2:39 警備員が正殿を確認して奉神殿へ戻る



- ①正殿を確認し、奉神殿へ戻る警備員
- ②警備員が正殿北口シャッターから御庭に戻ったので明かりが消え、映像なし
- ③発光は消え、映像なし
- ④正殿1階はカメラ電源OFF

【警備員等による消火活動】

- 2:40…【①】火災報知器が火災を感知し、非常ベルが鳴る。正殿中央部の唐破風に向けて奉神殿から照明が当てられる。〔画像3〕

※火災報知器（空気管式）の作動は、人感センサー（赤外線センサー）による警報発令から6分の遅れがあった。煙センサーが設置され

ていれば短縮できたと考えられる。

※夜間照明で御庭は明るいが、さらに唐破風が強く照らされている。誰が操作したか？

〔画像3〕 2:40 火災報知器が火災を感知し非常ベル鳴動



- ①非常ベルが鳴動し、奉神殿から唐破風に照明が当てられ明るくなる
- ②警備員がいないので明かりが消え、映像なし
- ③映像なし
- ④電源OFF

〈2:40…SECOMから入電とあるが連絡先と内容は？ 警備員が連絡してから6分後である。〉

〈2:41…SECOMから消防局へ連絡。最初に連絡してから7分後である。〉

- 2:42…【①】警備員が奉神殿側から御庭を通り正殿北口方面に向かう。
- 2:42…【②】警備員が消火器を持参。正殿北口内を確認（大量の煙）後、後之御庭方面に向かう。
- 2:42…【③】正殿北口方面から後之御庭に消火器を持った監視員が現れる（木戸の隙間から黒煙が噴き出す）。
- 2:42…【③】正殿北口方面へ引き返す。
- 2:43…【③】正殿東面でフラッシュ発光を捉える。〔画像4〕

- 2:43…【①】監視員が奉神殿へ戻る。

- 2:46…【①】正殿1階正面北側で発光。

※小さな赤い炎を捉える。2:34の奉神殿内に警報が発令後、12分後。

- 2:46…【①】警備員が消火器を持ち正殿北側方面に向かう。

- 2:46…【②】警備員が正殿北口から正殿内部

〔画像4〕 2：43 正殿裏側北東部でフラッシュ発光



- ①北殿出口あたりに向かう警備員；懐中電灯の灯
- ②照明がないので、正殿北出口は暗い
- ③正殿裏側の北東部室あたりでフラッシュ発光を感知
- ④電源 OFF

の様子を覗う。その後、後之御庭に向かう。

- 2：47… 【③】 監視員が消防車両の到着する2階御庭南側の管理用駐車場入口に向かう。
- 2：47… 【①】 警備員がマスクとタオルで顔を覆い、消火器を持ち正殿の出火場所に向かう。

〔画像5〕

※鮮明だった正殿御庭がわずか4分後には真っ黒な煙で覆われている。

〔画像5〕 2：47 正殿正面北側に赤い炎が発生



- ①2：46に正殿1階左側の赤い炎を感知（この画像は白黒でありわかりにくい）、御庭は黒い煙に包まれる。2：47に警備員がマスクとタオルで顔を覆い、消火器を持ち正殿へ向う
- ②警備員は北出口から覗いている
- ③正殿裏側の北東部室のフラッシュ発光が小さくなっている。ドレンチャーが作動か？
- ④電源 OFF

- 2：48… 【②】 警備員が正殿北口から正殿内部の様子を伺い、後之御庭に向かった後、引き返す。

〈2：50…消防到着。SECOMの連絡から9分後、警備員がSECOMへ連絡してから16分後。〉

- 2：51… 【③】 正殿1階の発光が消える。
- 2：52… 【①】 警備員が正殿の火元に向けて消火器を噴射する（約30秒）。〔画像6〕

※北口側から消火活動をしているが、正殿正面はすでに炎に包まれている。

※防犯センサーの警報が発令してから消火器噴射までに18分を要した。1人で真っ黒な煙の中で火元を特定できなかった。警備員3人で対応すれば、初期消火は成功したのでは？

〔画像6〕 2：52 警備員が正殿火元に消火器噴射する



- ①正殿正面が大きく真っ赤に燃え上がる。警備員が消火器を噴射するも消火できず（約30秒）
- ②奥（正殿正面）の火炎で明るく照らされている？
- ③裏側の灯は小さくなる
- ④電源 OFF

- 2：56… 【①】 警備員が走って正殿北口方面に向かう。
- 2：56… 【②】 警備員が正殿北口シャッターを下ろす。シャッター下約60cmが開いた状態。
- 2：56… 【①】 警備員が御庭に戻り奉神殿に向かう。

〔消防隊員による消火活動〕

- 2：57… 【①】 消防隊員が御庭を確認。
- 3：01… 【③】 正殿東面1階屋根の軒下に燃え移り、南側（黄金御殿側）まで火が回る。〔画像7〕

※正殿北側から正面の唐破風に延焼し、風に乗って南側へ延焼し、北出口からも表側の火炎で

赤く染まっている。

※正殿裏の北面は明るい白い煙が上昇し、1階軒下から南へと帯状で移流し始めている。炎は認められないので、煙に火災の光が反射したとしても赤いはずである。煙の正体は不明であり、現時点では謎である。

〔画像7〕3:01 燃烧が次第に拡大



- ①正殿左側の火炎が中央部唐破風へと延焼。その前の舞台が映る
- ②正殿東側にも火が廻っており、炎の明かりで赤く明るい映像になる
- ③裏側では、北側から1階軒下に沿って白い煙が南へと移流。ドレンチャーの噴霧が終わった?
- ④電源OFF

- 3:05…【①】消防隊員による放水開始。〔画像8〕

※消防到着が2:50であり、15分後に放水。

〔画像8〕3:05 燃烧拡大及び1階軒下を移流する煙



- ①正殿全体に延焼拡大；消防隊の前には首里城祭の舞台（放水銃が使えないので幕などを撤去）
- ②正殿北出口付近にも延焼し炎が上がる
- ③裏側は、北東の風に乗って1階軒下を這うように白い煙が移流、煙の正体は不明！
- ④電源OFF

- 3:08…【①】消防隊員がイベント用仮設ステージを破壊。

※正殿御庭には2基の放水銃が地下に設置されていたが、イベント舞台の布製の幕が放水の邪魔で撤去した。舞台はそのまま残っていた。

※左側に高さ数mの障害物があり、回り込んで放水している。野外照明の外枠か？

- 3:09…【①】放水銃による放水開始。〔画像9〕
※消防到着は2:50であり、放水開始は19分後に行われた。

※【③】裏側の白い煙が消えた。同時刻に正殿に設置された74個のドレンチャー（水噴霧装置）が作動し温度が低下、あるいは黒い煙になり見えなくなったなどが考えられるが、理由は不明である！

〔画像9〕3:09 消防隊による消火活動が始まる



- ①消防隊による放水開始。到着後19分後
- ②正殿北出口から消防活動。奥は激しく燃えている
- ③裏側の1階屋根下の画像がほぼ消えた。屋根下のドレンチャーによる水噴霧が作動かあるいは煙が黒くなって見えなくなった？
- ④電源OFF

- 3:23…【①】放水銃（御庭北側）の放水量が低下。〔画像10、画像11〕

※ドレンチャーの作動もあり、わずか14分後に貯水量（120トン）が空になった。

※ホース8本で正殿消火と北殿への延焼防止にあたったが「輻射熱で活動困難」で退避。退避後、放水を再開するが「消防隊のホースは焼損し使用不能」になったとあった。

- 3:57…【①】映像が落ちる。〔画像12〕

※2:40の警報後、わずか1時間15分後で映像が落ちた。映像①は奉神殿の防犯カメラであり、奉神殿にも延焼して電源が切れたことを示す。

〔画像10〕3:23 放水銃（御庭北側）の放水量が低下



- ①正殿正面の火災は中央部の唐破風から南殿方向へと延焼。放水銃の水量が低下し、14分程度で放水終わり
- ②赤い炎から暗い画像になる。火災が正面へと移った？
- ③いったん消えていた白い煙が1階裏の中央出口付近から2階と南方向に一瞬で真っ赤に炎上
- ④電源OFF

〔画像11〕3:23 正殿全体が炎に包まれる



- ①正殿全体が炎に包まれる。舞台にも延焼し、この後、消防隊が撤退する
- ②奥部の延焼拡大により炎の灯で明るい映像
- ③全体が炎に包まれ2階方向へと燃焼拡大
- ④電源OFF

2. 監視カメラの映像解析結果について

首里城の大火災に至った経緯についてネット情報を収集し、内閣府沖縄総合事務局が公表した4台の監視カメラの動画よりテロップで表示された説明を時系列で読み取り整理した。次いで、火災

〔画像12〕3:57 正殿全体が骨組みだけ残る状態



- ①正殿は全焼し、骨組みのみになる
- ②正殿北出口内部に炎はないが、奥は炎で明るい
- ③裏側は1階部分から3階軒下まで激しく炎上し、骨組みだけになる
- ④電源OFF

に至るまでのキーポイントとなる映像を静止画像として切り取り、各画像の特徴を考察した。動画はカラーなので、輝くような発光や青白い発光、あるいは薄暗い炎から紅蓮の炎まで記録されているが、音声がなかったので爆発音等は不明であった。

各監視カメラの昼間映像がないので、外壁、扉、窓及び室内の仕切りなど構造物については把握できなかった。なお、首里城の平面図や立面図は、沖縄県立図書館に保管されているが、複写禁止とのことで入手できなかった。

以下に首里城が大火災に至った要因を独自に整理したので、参考にしていただきたい。

（1）防犯設備及び消火設備について

首里城の所有者は国であるので、防犯・防災、消火などの設備は国が整備し、首里城公園を借用した沖縄県が維持管理することになろう。実際の維持管理は、県の財団法人である「沖縄美ら島財団」に委託して管理していた。なお、火災保険には沖縄県が加入している。

①防犯・火災感知と警報設備；正殿内の防犯・火災センサーの位置、個数、方式等がネット上には公開されていない。奉神殿の警備員が警報を侵入者だと思い、すぐに正殿に行き煙を確認、奉神殿に消火器を取りに戻っている。なお、警報は人感センサーで侵入者の感知であり、熱感

知センサーは6分後に鳴動した。緊急時の6分間のロスも大火災を止められなかった要因でもある。

- ②1階には人感センサー（赤外線センサー？）が10ヵ所、熱感知センサー（空気管式）は4ヵ所設置されていたが、すぐに検知できる煙センサーは設置されていなかった。空気管式は、空気温度が高くなると膨張して作動するので、温度の低い無炎燃焼の場合は感知が遅れる。熱感知センサーは、正殿1階には4ヵ所設置され、そのうち分電盤室とその外側に各1ヵ所設置されていたが、速やかに感知できなくなったことになる。

最も重要なことは、首里城公園の68台の監視カメラ並びに関係者への聞き取り調査で、侵入者はいなかったことが明らかにされている。それでは「なぜ人感センサーが作動したか？」を解明することである。

今後、各部屋、階段、天井等にも煙センサーを設置、または熱感知式の赤外線カメラにより煙の温度を平面的に捉え、最新技術で発火源を予測するなどの方法も検討すべきである。

- ③外部からの延焼を防ぐため、正殿軒下に74ヵ所のドレンチャーが設置されていたが、火災が内部で発生したので、作動した時点で室内は火炎に包まれていたと考えられる。なお、ドレンチャーと放水銃が同時に作動したため、放水量の低下を招いたといわれる。延焼拡大防止に効果が大きい防火扉やスプリンクラーが設置されていなかったことは禍根を残す結果となった。
- ④放水銃が5ヵ所あり、地下に設置されていたが（写真3）、南側は撤去、裏側は蓋が開かず、正面の2ヵ所は火炎に近かったため輻射熱が強く早々に撤退、北側1ヵ所の放水であったが、ドレンチャーが作動していたため、十数分で貯水槽（120トン）からの給水が止まった。緊急時には、水源から連結管により自動給水できるようなシステムが必要不可欠であろう。

放水銃を納めた地下室の蓋が開かない事実は、設備の作動を含めた維持管理がおろそかにされていた実態を実証しており、維持管理先として、

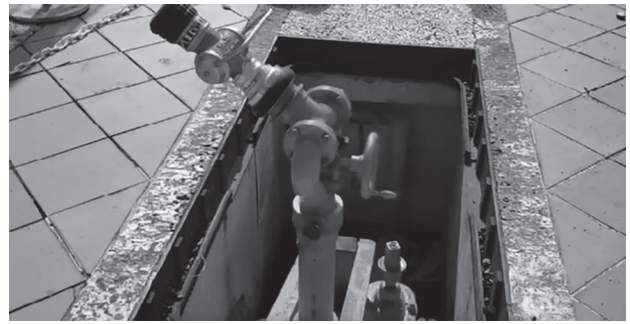


写真3 ウナーの地下に設置された放水銃

あるいは維持管理契約内容に問題があろう。

- ⑤その他；財団管理になって分電盤室のコンセントから市販の延長コードで引き、LED照明の電源としていた。当日、これを野外照明の準備に使用した可能性があるため、電源の引き込み先や使用状況をきちんと公表すべきである。

【コメント；検討・考察結果から】

上記のように監視システムは、侵入者による盗難や放火及び外部からの延焼防止を想定して設置されたと考えられるが、無炎燃焼による火災は想定されていなかった。今後は、難燃性材料が多く使われると考えられるので、煙センサーを主体として警報システムを検討すべきである。

（2）初期消火の問題点

- ①勤務中の警備員が、奉神殿に届いた警報を「侵入者」と思い込んだことから始まる。仮眠中の2人を確実に起こさずに1人で正殿に行き、煙を確認して奉神殿に戻った（5分経過）。その後、消火器を持参したが煙に覆われて発火源が発見できず、正殿裏側などを探し回り、正殿の火炎に噴射したのは警報から18分後であった。正殿で火災が発生したのは2：47であり、警報後13分後であったこと、警報後にすぐに消火器を持参、及び警備員3人で対応すれば、初期消火に成功した可能性が高い。
- ②警備員は、トランシーバーを持参していた。正殿内には消火器（4本）や消火栓（2基）が設置されており、発火源と疑われている分電盤室内部とその外側にそれぞれ設置されている。煙で見えなかったとあったが、消火器と消火栓が

十数m先（？）に設置されていたので、夜間訓練等をしておらず知らなかった疑いがある。

【コメント；検討・考察結果から】

消火設備の点検は、設備が存在することだけをチェックするのではなく、作動確認を実施すべきである。火災は無人の夜間に発生する事例が多いことを考慮すると、夜間訓練、しかも暗闇の中での行動が求められる。とくに、夜間警備を任される警備員は、防火・消火設備の配置や性能等に精通していなければならない。なお、警備員の当初の行動は批判的になっているが、むしろ、侵入者を知らせる防災センサーが最初に作動したことが時間浪費になり、温度上昇を感知する熱感知センサーとのタイムラグが大火災の遠因であった。火災になる前の煙り（無炎燃焼）を速やかに感知する「煙センサー」を設置していれば、対応が早かったと考えられる。つまり、首里城公園の施設や設備整備を行った国にも重大な責任があるといえよう！

（３）消防活動の問題点

- ①首里城は高台に位置すること、内郭と外郭に守られていること、正殿までに階段と門が複数あり、消防車の進入はできないことはわかっていたはずである。緊急時の消防活動を想定した進入ルートが確保できていなかったことが正殿以外の建物群の消失を招いた大きな要因であろう。
- ②消防車が火災現場まで近づけず、取水は近くの池（円鑑池？）があるのでホースを複数つないで給水を確保したとある。警報後（２：３４）、SECOMを通じて通報され、消防が御庭を確認したのは、２３分後（２：５７）であり、８分後には放水を開始（３：０５）したが、すでに正殿は炎に包まれ、骨組みが見える状態であった。周りからの輻射熱が強くなったため、火災現場近くでは対応できず、撤退を余儀なくされ、正殿火災の消火には役立たなかった。
- ③警備員が警報を確認（２：３４）してSECOMに通報したとあるが、そこから消防への通報（２：４０）に６分を要している。即、通報していれば

６分早く消火活動が始められたことになり、延焼はかなり食い止められた可能性がある。現場、SECOM、消防局への連絡システムも検証、訓練で確認することが必要であろう。

【コメント；検討・考察結果から】

消防の対応は素早かったが、緊急時に城内に進入する道路がないことや場内の貯水量が十分に確保されていないことが目立つ。外部からの延焼防止に重点を置き、内部からの発火を想定していなかったことが伺われる。非常に詳しい維持管理マニュアルがあるにもかかわらず、防火マニュアルは策定されていないのであろうか？ 最も気になった行動は、SECOMから消防への通報に数分を要しており、遅すぎた。通常ならば、警報発令と同時にSECOMと消防局に通報すべきであるが、当初、防犯センサーが作動し、火災センサーでなかったことが遅れた原因であろうか？ 火災時には、温度が１００℃上昇すると燃焼速度は数千倍も早くなる。１秒たりともおろそかにできないのである。

（４）その他の留意事項について

- ①火災原因は、当初から分電盤室から引いた延長コードのショートによる可能性があるとのことだったが、配線の熔融痕が、ショートあるいは火災の高温によるものかの判定ができないとして原因不明と結論されている。少なくともショートの起こっていない配線の熔融痕との比較、あるいはショートや高温下における熔融痕を比較するなどの検証結果を公表し、本当に判別できなかったかについて証拠を示すべきである。これは国民の重大な関心事であり、あいまいな結論は、沖縄県の消防や警察の威信、信頼性を著しく傷つけよう！
- ②首里城大火災（写真４）の謎解きは、「正殿正面で炎が上がった後に現れた１階軒下を南側に移流する白い帯（白煙？）の解明」にある。この煙は、炎上が始まった後に現れたので、強い火炎の灯が反射したならば赤いはずである。その源は、燃焼に伴う排ガス、水噴霧による高温水蒸気、あるいは無炎燃焼で発生した可燃性ガス



写真4 大炎上する首里城（南側）

などが想定される。画像の色から温度を解明できれば、大きなヒントが得られると考えられる。

- ③大量の可燃性ガスが発生する無炎燃焼が想定されるので、煙の流れの解明が重要である。無炎燃焼といえども発熱を伴うので、発生した煙（可燃性ガス）の温度は高くなるので上昇する。つまり、天井に溜まりながら横方向へ拡散、あるいは窓や隙間から外部へ漏出すると考えられる。また、階段が存在すると吹抜けなので煙突と同様に周囲の煙を吸引しながら上昇する。立面図が入手できないので、2階、3階部の煙の流れを予測できないが、正殿の上部階が激しく燃えた大きな要因であると想定される（写真4）。

結 論

正殿を撮影した4台の監視カメラの映像が公開されたので、時系列で大火災に至った経緯を詳細に検討した。原因究明にあたる那覇市消防局等の情報は断片的であり、内容の詳細を検討するにあたり、マスコミが収集した情報を多く活用した。

映像を解析した結果、大火災に至った大きな理由は、密閉された室内において電気的な理由で可燃物が無炎燃焼し、大量の可燃性ガスが発生したが、温度上昇が緩やかであったため、室内に設置されていた空気管式熱感知センサーが検知するま

でに時間を要したと考えられる。無炎燃焼では炎が発生しないので、温度上昇は緩やかであり、煙の成分は一酸化炭素などの可燃性ガスであるが、不完全燃焼なので大量の煤が発生する。短時間に御庭が黒い煙で覆われたことは大量の煤を含む可燃性ガスが発生して漏出したことを示唆する。

また、発生した可燃性ガスは、炎を伴わないが温度が高いため上昇し、正殿内部の天井に溜まったり、階段を通じて上部へと上昇、あるいは外部にも漏出したと考えられる。1階軒下を北側から南側に沿って移流して一周した時点で発火源の部屋付近で着火して一気に燃え上がったことを映し出している。これでは消防隊による放水で消火することはできない。

以上のように首里城火災の発端は、電気的な要因で可燃物が燃りはじめ、室内に高濃度で溜まり、部屋の外部や階段を通して上階へと移流、あるいは軒下に溜まった後に着火したため大火災を引き起こしたと想定できる。軒下を這うように移流した「白い煙」について解明を試みたい。

最近の建築資材は難燃性の材料が多いので、無煙燃焼を想定した対策を講じるべきである。例えば、無炎燃焼で発生する可燃性ガスの逃げ道を確保し、天井に溜まらない構造など視点を変えた対策が必要であろう。センサーの方式や位置、正殿の平面図と立面図、耐圧壁や扉、密閉性や窓など詳細がわかれば、より正確に検討することができる。

次号では、防犯設備と消火設備の配置と火災映像から煙の流れを解析し、「無炎燃焼で発生した煙の流れ！ ～監視カメラが捉えた火災画像の解析～」と題して寄稿します。

ところで、2020年3月末現在で、首里城再建への寄付が37億円を超えたとある。また、火災保険では約70億円の支払いが見込まれているとの報道がある。

〈引用・参考文献〉

- 1) 改定 火災原因調査要領（火災調査基礎知識の解説編）、財団法人 消防科学総合センター
- 2) 改定 火災原因調査要領（現場調査の進め方編）、財団法人 消防科学総合センター
- 3) 2020年4月20日；首里城火災の監視カメラ映像を公開；沖縄タイムス社

【付表】 4 台の監視カメラの時系列とテロップ一覧

2019年 10月31日	④正殿1階内部	③正殿後之御庭側	②正殿北口側	①正殿御庭側
2:30	正殿東側出口付近の室内で、一瞬小さく発光			
2:37	映像が落ちる		整備員が正殿北側シャッター開放、正殿内へ入る	
2:39			警備員が正殿北口から退出、奉神殿へ戻る	
2:40				火災報知器探知、非常ベル鳴る。奉神殿から照明オン
2:42		正殿北口方面から後之御庭に消火器持参監視人が現れる（木戸隙間から黒煙）	警備員消火器を持参。正殿北口内確認（大量の煙）後、後之御庭方面で向かう	警備員が奉神殿⇒御庭⇒正殿北口方面に向かう
2:42		正殿北口方面へ引き返す		
2:43		正殿東西でフラッシュ発光		監視員が奉神殿へ戻る
2:46			正殿北口から正殿内部を覗く。その後、後之御庭に向かう	正殿1階正面左（北側）から発光。消火器を持ち正殿北側方面に向かう
2:47		マスクとタオルで顔を覆い、消火器持参正殿に向かう		
2:37		監視員が消防車両の到着する2階御庭南側の管理用駐車場入口に向かう		
2:48				正殿北口から内部を伺い、後之御庭に向かった後、引き返す
2:51		正殿1階の発光が消える		
2:52				正殿火元に消火器噴射する（約30秒）
2:56			正殿北口シャッターを下ろす。下約60cm開いた状態	走って正殿北口方面に向かう。御庭に戻り、奉神殿に向かう
2:57				消防隊員が御庭を確認
3:01		正殿東面2階屋根軒に燃え移り、南側（黄金御殿側）まで火が回る		
3:05				消防隊員による放水開始 ※消防到着（2:50）から15分後
3:08				消防隊員がイベント用仮設ステージを破壊
3:09				放水銃による放水開始 ※消防到着（2:50）から19分後
3:23				放水銃（御庭北側）の放水量が低下 ※わずか14分後
3:57				映像が落ちる