

日付 2021/2/12

漏水診断調査報告書

[Redacted]



調査報告 [Redacted]

はじめに

赤外線サーモグラフィを活用した建物診断は、赤外線画像による健全部と劣化部（浮き部や水分滞留部等）の温度差から、劣化部の判断をしていく手法です。赤外線画像データより劣化部位（水分滞留している部位）を判別できた際には、その水分滞留が、どの部位より起因しているのかについては、その周辺および建物の構造上、位置関係により、目視により外壁のクラック、材質の取り合い部の隙間等の水分侵入の可能性がある状況を検査し、壁内の水分滞留箇所との関連を推定し、雨漏りの原因・侵入ルート の推定をしていきます。

現実的に発生している雨漏りの原因・侵入ルートの特定は、上記の通り外壁部、屋上等の侵入ルートの推定と、室内の水分滞留箇所との関連を判断し、最終的な考察として報告させていただいております。

但し、赤外線画像でわかる事実は、温度差が生じているということで、その温度差が水分滞留によるものか、材質、構造の違いによる温度差か、影による温度差かについては、あくまでも診断者の推定になります。

また、室内で水分滞留部位が判別できた場合についてもその原因が、結露等によるものか、雨水の侵入によるものかについても、同様に診断者の推定になります。

従いまして、赤外線建物診断を実施する担当者については、建物構造に関する知識、雨仕舞に関する知識、赤外線診断に関する知識、経験を保有するものが診断を実施し、適正な診断精度を保つことに努めております。

今回、調査いたしました範囲において、漏水の起因として指摘させて頂いた部位については、赤外線画像の低温反応部を根拠に割り出した結果を科学的見地から推論立てって導き出しております。建物は常に挙動しておりクラックや防水層を含めた経年劣化も日々進んでいるのが現状です。その為、今回の診断時点で、雨漏りの起因箇所として関連性はなかった部位、水分が壁内部に滞留していた部位については、今後定期的に点検等をされることをお勧めいたします。

また、今後、経年劣化等によりほかの部位や他の要因による他の要因による雨漏りの再発の可能性はございます。それぞれ部位ごとの対応年数（シーリング等は5年～10年）がございましたので、部位ごとに定期的に点検され建物の長寿命化に向けてのメンテナンス計画等もお考え頂ければよろしいかと存じ上げます。

診 断 調 査 概 要

■ 物件概要

内 容	調査目的	漏水診断調査
物 件 内 容	物件名	██████████ ⑥13号室
	現場住所	名古屋市名東区 ██████████
	構造	RC構造
	屋上	あり
	敷地面積	一m ²
	建物延床面積	一m ²
	建築面積	一m ²
	築年数	一
調 査 社	社名	██████████
	調査協力	██████████
	調査者名	██████████
	所在地	██████████
	連絡先	██████████
調 査 報 告 書	製作者	██████

■ 調査日時・条件

調 査 日	2021/2/12		
時 間	9:00~10:30		
天 候	晴		
気 温	10℃	赤外線撮影時	15℃(室内)
非検体温度	一℃	赤外線撮影時	一℃
平 均 風 速	0m/s	赤外線撮影時	0m/s

赤外線診断とは (A)

(1) 赤外線診断調査方法について

人々が定期的に健康診断を受診する事と同様、建物にも定期的な健康診断が必要です。はじめは小さな不具合であっても、時間の経過とともに症状は悪化し、やがて他の部位等に範囲は広がっていきます。

建物診断にて不具合の早期発見と対応次第では、建物の寿命を延ばす事が可能になります。

建物診断とは「安心」「安全」「快適」かつ「効率的に建物を長期間維持する事を目的として、建物の現状を化学的に調査し、その結果を評価・判定として将来の影響を予測すると共に、必要な対応策を立案することを言います。

人が受診する健康診断は臓器や血液等、様々な見地・経験から診断を行っていきます。建物についても同様であり、「雨漏り」「結露」「劣化」等の建物の所有者が知りたい問題について、適切な診断方法を用いて、評価・対応策を検討するのが一般的です。

従来の「雨漏り」「結露」「劣化」等の検査方法は、目視検査・打音検査の他に、雨水の侵入口と推定される部位に水を掛ける水掛検査等も活用されてきました。これらの検査方法も有効的に機能する場合がありますが、外観からの判断や、音による判断には調査員の経験や勘に依存するところが多く、雨漏りルートの誤診で、何度も修繕工事を繰り返すといった事も、現実的に発生しております。

水掛試験が有効に機能する事はありますが、侵入口の範囲を絞り込み難く、暴風雨時に起こる毛細管現象による漏水は再現出来ない場合があります。

最近では、建物の表面温度の温度差を検知し、雨漏りにおける雨水の侵入ルートの特
定・原因の究明を行う有効的な手法として「赤外線サーモグラフィ」が活用されております。

建物の雨漏りについては、建物自体が様々な工法、材質、防水手法を用いておりますので、明確に原因を究明することが、困難なケースが多々あります。

赤外線建物診断も温度差を利用して診断する手法なので、劣化部位を特定できるものではありません。

目視調査・打音調査・水掛試験・赤外線建物診断を組み合わせ、精度の高い診断を実施し、報告することが建物を所有する方へ、ご安心頂けるものと考えております。

赤外線診断とは (B)

(2) 赤外線診断について

赤外線診断とは・・・

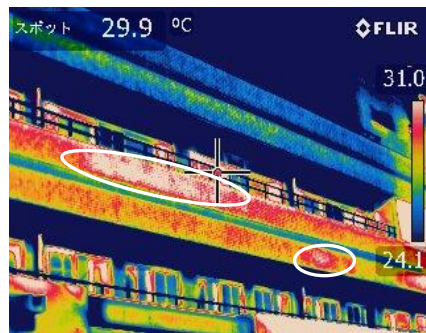
建物外壁仕上げ面が、太陽の日射や気温変動等、気象変化を受けると、その面の断面形状と材料の比熱および熱伝導率、熱容量等の熱特性の違いにより表面温度に差が生じます。

赤外線診断は、建物の外壁タイルやモルタル仕上げ等の浮き部と健全部の熱伝導の相違によって生じる表面の温度差を赤外線サーモグラフィ装置によって測定し、得られた表面温度分布から浮き部や水分滞留部を検出する方法です。

外壁の不良部(浮き部)と健全部では熱伝導の違いにより、表面温度に高低の差が出ます。不良部(浮き部)などに存在する空気層が断熱層となり熱伝導を妨げるためです。その原理を応用し外壁面の温度分布を、基準を満たした赤外線サーモグラフィで測定・解析して不良部(浮き部)の有無を調査します。

建物の壁内に劣化箇所が存在し、雨水等の水分の浸入があった際にも、水が浸入している箇所と侵入していない箇所の温度差を可視化して雨漏れの発生箇所、侵入箇所、原因等の調査をすることに活用されています。

外壁内への空壁例

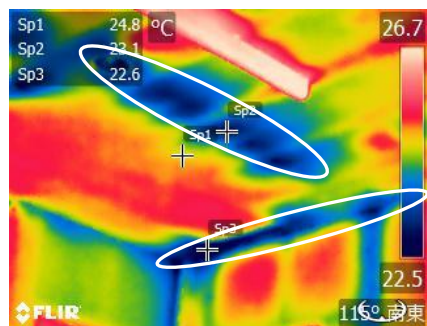


左の目視調査画像の赤丸部分では健全であると推定できます。

右側の赤外線サーモグラフィ調査画像の同部位を囲った白丸部分では、高温(赤色)で表示されています。

日照により暖められたタイルやシール剤の表面が暖められている時間帯に赤外線サーモグラフィ調査すると、壁内に空気層がある場合、高温で表示されると考えられます。また、水分層については、低温で表示されます。

外壁内への空壁例



上記赤丸で示した部分は、目視調査では健全であると推定できます。

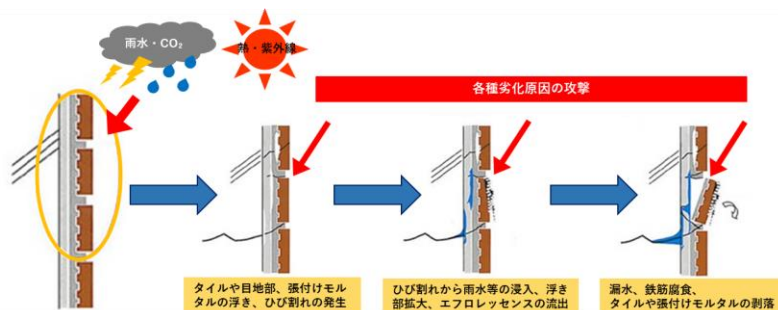
赤外線サーモグラフィ調査画像では、右の白丸で囲んだ部分が最低温(濃紺色)で表示されました。調査時に日照があたっている壁内に水分層があると、その部分が低温で表示されると考えられます。

赤外線診断とは (C)

(3) 赤外線調査における外壁劣化診断のメカニズム

建物の外壁は、主に温度変化・雨・風等の影響を受けて劣化していきます。
また膨張伸縮率の異なる物質同士が接着されている場合等に、その界面や境界において剥がれや割れが生じる可能性が高いと考えられています。

劣化の初期段階は小さな浮きから始まりますが、さらに劣化が進行すると割れや剥がれとなります。



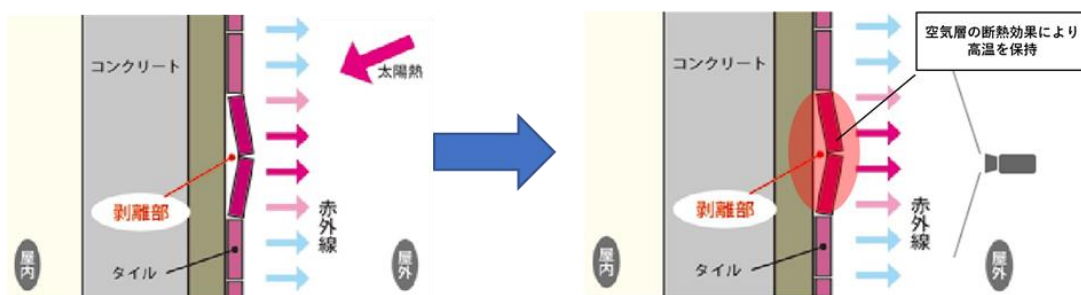
物質の熱の伝導は伝導率で表されます。

熱伝導率は「空気は低い」「コンクリートは空気より高い」性質があります。

コンクリートに圧着されたはずのタイルに浮きがある場合、タイルの裏には空気層もしくは水分がありますが、浮きのないタイルの裏には空気層も水分も存在していないと仮定します。

前者と後者を赤外線サーモグラフィで撮影すると、検出される温度が異なる場合が多いのです。

また、タイル表面が日照で暖められている時間帯と、暖められたタイルが冷えた時間帯では、赤外線カメラの温度設定が同じ場合、温度表示が逆転する事がありますので注意が必要となります。



以下の2つの事をご理解願います。

- ① 赤外線サーモグラフィは、物体の表面温度ではなく、物体から放射される熱を検出するものです。
- ② 熱は高い方から低い方へ伝導(移動)します。

日照や外気温の上昇の影響で、外壁表面が温められます。

これは太陽光や外気の熱が、外壁に伝導(移動)した事になります。

健全な外壁であれば、内部まで均一した熱伝導をしますが、外壁内に空気層がある場合には、熱はその部位の前面で遮断され、部分的に熱が蓄積してしまいます。よって外気より熱を帯びた部位は、高温で検出されます。

その部位を「浮き」と判断できる可能性が高くなるのです。

外壁表面からコンクリート内部に熱伝導が続くと、コンクリート内部で熱は均一化を図ります。

こうなると、「浮き」の前面に蓄積した熱が、高温として検出されます。

やがて日照が無くなり、外壁表面が冷えてくると、コンクリートに蓄積された熱が放出を開始します。

この時は逆に「浮き」が放出熱を遮断して、「浮き」の前面の壁面に相対的に低温が検出されるのです。

壁内に水分が滞留している場合には、滞留水分が気化する際に、低温となります。また、水は、建材等の物質と比較すると熱容量が非常に大きい物質です。熱容量の大きな物質は、熱エネルギーを与えられた時に温度変化が遅くなります。外壁面が暖められている時、水分が滞留している部位は、水の熱容量の影響で、温度上昇が遅く、健全部と比較して低温になります。気化熱と熱容量の影響で、水分が滞留している部分は、健全部と比較して低温になります。外壁面が冷やされる際には、熱容量の影響で水分滞留部は、健全部と比較して温度低下が遅くなります。その為、気化熱により、低温化される温度差と熱容量の影響で周辺と比較して高温化する影響の関係で、水分滞留部が、健全部と比較し、高温表示されることもあります。

赤外線診断とは (D)

(4) 赤外線診断 使用機器について

絶対湿度0kg以上(マイナス273℃以上)の全ての物質は放射熱を発しています。

この放射熱を捉え、視覚化する為のツールが赤外線カメラです。

赤外線サーモグラフィは対象物を熱画像で捉え、リアルタイムで温度を計測する事が可能です。

性能項目		性能値等
■視野角/瞬間視野角 	温度分析性能	0.04℃ (30℃にて)
	フォームスレート	30Hz
	フォーカス	連続、レーザー距離計付き1ショットフォーカス、手動
	ズーム	1-4x 連続
	最小焦点距離	0.15m
	検出素子/測定波長	非冷却マイクロボロメーター (FPA)/7.5~14.0um
	空間分解能	1.31mrad
■計測	計測温度範囲	-20℃~650℃
	解像度(熱画像)	320×240
	解像度(可視画像)	640×480ピクセル (VGA)
	温度制度	±2もしくは±2%
■計測/解析	放射率	調整範囲:0.01~1.00 0.01毎に設定可能
■使用環境	操作環境温度	-15℃~50℃
■使用機種	フリアーシステムジャパン(株) FLIR T530	

性能項目		性能値等
■視野角/瞬間視野角 	温度分析性能	0.02℃ (30℃にて)
	フォームスレート	30Hz
	フォーカス	連続、レーザー距離計付き1ショットフォーカス、手動
	ズーム	1-8× 連続
	最小焦点距離	1.3m
	検出素子/測定波長	非冷却マイクロボロメーター (FPA)/7.5~14.0um
	空間分解能	0.47mrad
■計測	計測温度範囲	-40℃~2000℃
	解像度(熱画像)	1024×768
	解像度(可視画像)	内蔵 800 × 480 ピクセル
	温度制度	±1もしくは±1%
■計測/解析	放射率	調整範囲:0.01~1.00 0.01毎に設定可能
■使用環境	操作環境温度	-15℃~50℃
■使用機種	フリアーシステムジャパン(株) FLIR T1040	

No.1 調査状況



調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室
漏水調査	
	



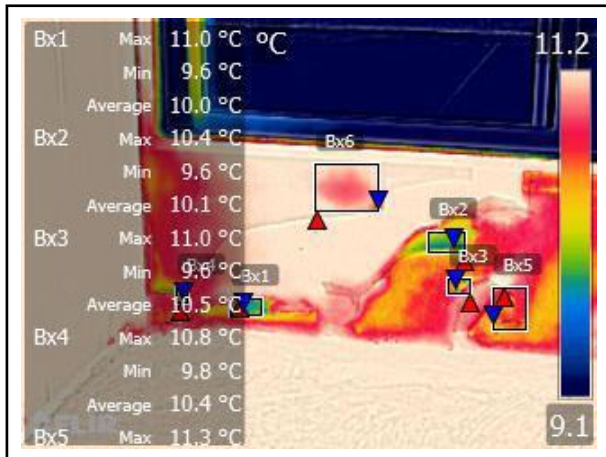
調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室
同上	
目視	
調査時は漏水状況無し	



調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室
同上	

No.2 赤外線調査

調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室 室内被害箇所
被害状況	温度差有 約0.5℃差



赤外線解析画像

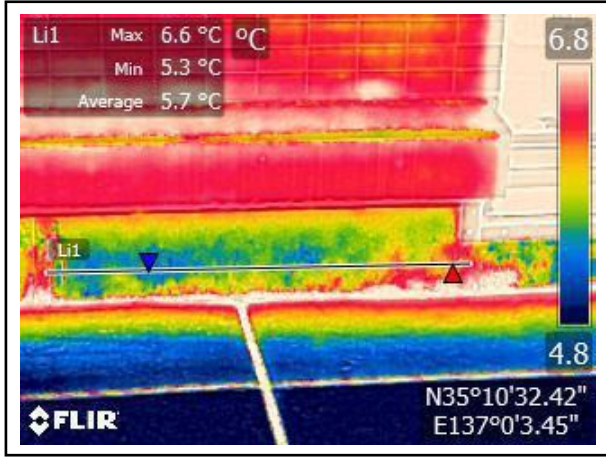


可視画像



No.3 赤外線調査

調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室 ルーフバルコニー被害箇所
被害状況	温度差有 約0.5℃差



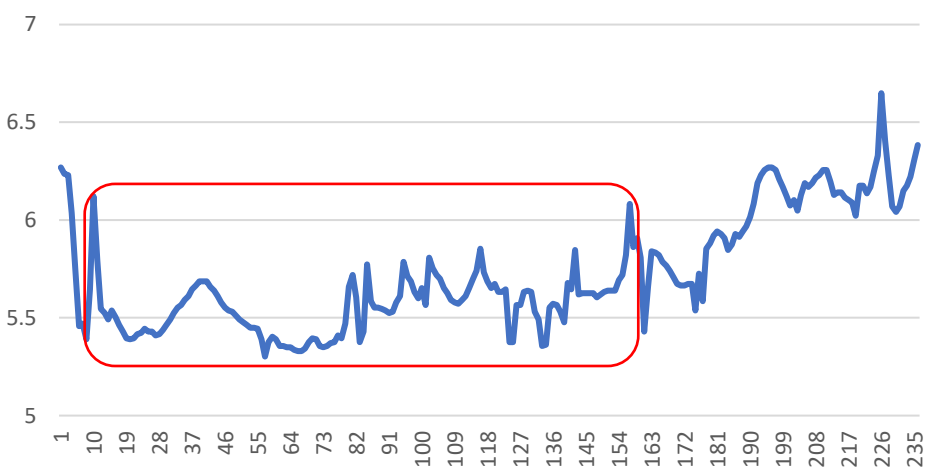
赤外線解析画像



可視画像

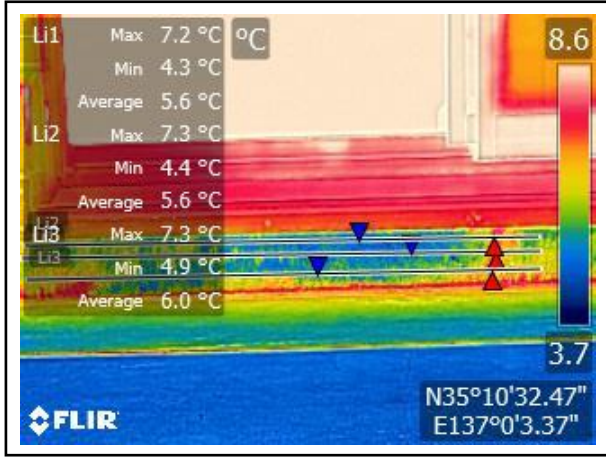


ルーフバルコニー立上り

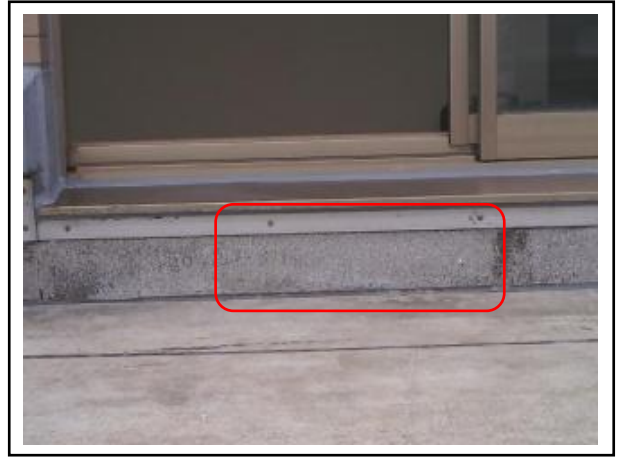


No.4 赤外線調査

調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室 ルーフバルコニー被害箇所
被害状況	温度差有 約1℃差



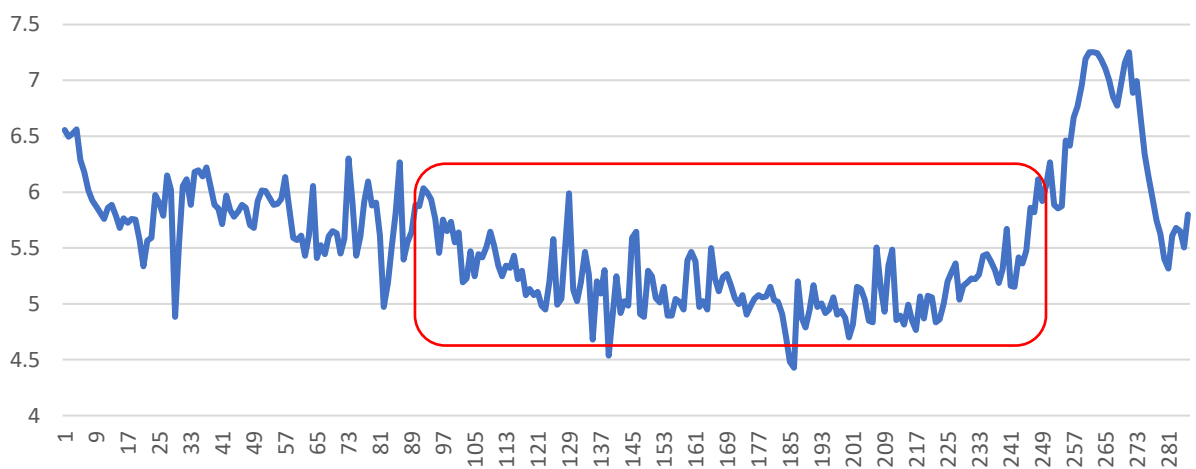
赤外線解析画像



可視画像



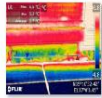
ルーフバルコニー立上り



No.5 赤外線調査データ index



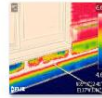
FLIR0018- 写真



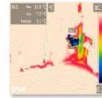
FLIR0018



FLIR0018- 写真
全体



FLIR0014



FLIR0013



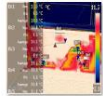
FLIR0061



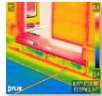
FLIR0011



FLIR0008- 写真



FLIR0008



FLIR0060



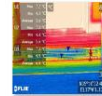
FLIR0060- 写真



FLIR0060- 写真
全体



FLIR0023- 写真
全体



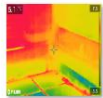
FLIR0023



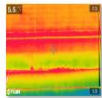
FLIR0023- 写真



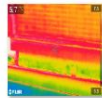
Thumbs



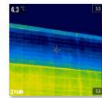
FLIR0064



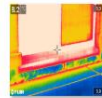
FLIR0063



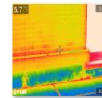
FLIR0062



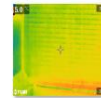
FLIR0059



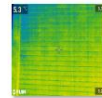
FLIR0058



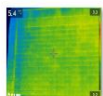
FLIR0057



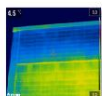
FLIR0056



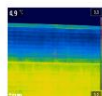
FLIR0055



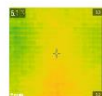
FLIR0054



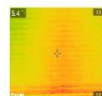
FLIR0053



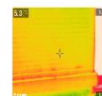
FLIR0052



FLIR0051



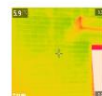
FLIR0050



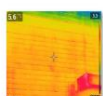
FLIR0049



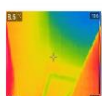
FLIR0048



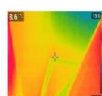
FLIR0047



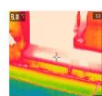
FLIR0046



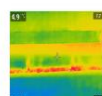
FLIR0045



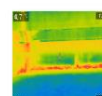
FLIR0044



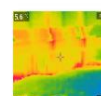
FLIR0043



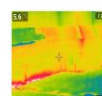
FLIR0042



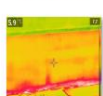
FLIR0041



FLIR0040



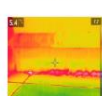
FLIR0039



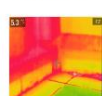
FLIR0038



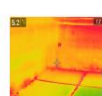
FLIR0037



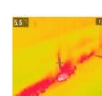
FLIR0036



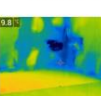
FLIR0035



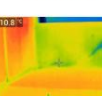
FLIR0034



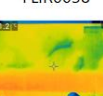
FLIR0033



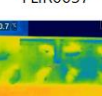
FLIR0032



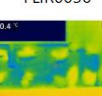
FLIR0031



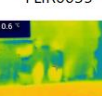
FLIR0030



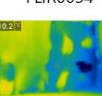
FLIR0029



FLIR0028



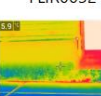
FLIR0027



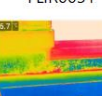
FLIR0026



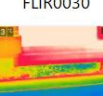
FLIR0025



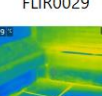
FLIR0024



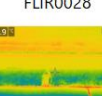
FLIR0022



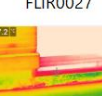
FLIR0021



FLIR0020



FLIR0019



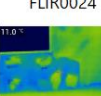
FLIR0017



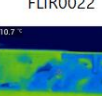
FLIR0016



FLIR0015



FLIR0012



FLIR0010

No.6 調査状況



調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室
ルーフバルコニー 全体的にコケ汚損 コケや植物が発生放置することで根が伸び、防水層を傷つける可能性があります。	



調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室
同上 アスファルトシート 立上り 浮き破断 コケ汚損	



調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室
同上	

No.1 調査状況



調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室
ルーフバルコニー	



調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室
同上	
アスファルトシート 入隅部 破断	



調査日	2021/2/12
調査箇所	613号室
側溝入隅部	
全体的にコケ発生	



各箇所の調査結果と総括

613号室 赤外線調査・目視・触診調査

調査結果

赤外線調査はルーフバルコニー立上り、部屋内に赤外線解析において温度差が僅かに検出されました。



総括

今回の赤外線・目視・触診調査の結果から613号室はルーフバルコニーの防水層の劣化による漏水と考察されます。

吐き出しサッシ下部の水切り裏へ水が周り、平場、立上りの入隅部や防水層の重ね部位から雨水が侵入し漏水が発生していると考えられます。

また、排水側溝入隅、漏水箇所以外の部位、シンダーコンクリート継ぎ目等ルーフバルコニー全体においても劣化が進んでいる状況が見受けられます。

こちらの防水層の耐用年数(所説あります)は10～15年と言われておりますが、立地・気象条件においても耐用年数は変動します。

今後は屋上やルーフバルコニー防水において不具合が発生した場合、緊急的な対応が難しいため、防水の保証期間が切れてからの対応よりは保証期間のタイミング、耐用年数、現状を加味した上で補修範囲、施工方法を計画的に検討・補修されることをお勧め致します。そうすることで建物の耐久性、資産価値を維持させることに繋がります。